

**PERHITUNGAN SUMBERDAYA BATUBARA  
BERDASARKAN DATA *LOGGING* DAN PEMBORAN  
DI KECAMATAN LAWANG KIDUL SUMATERA SELATAN**

**(Skripsi)**

**Oleh :**

**NI MADE YULIANA MEGASARI**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2012**

Judul Skripsi : PERHITUNGAN SUMBERDAYA BATUBARA  
BERDASARKAN DATA LOGGING DAN  
PEMBORAN DI KECAMATAN LAWANG  
KIDUL SUMATERA SELATAN

Nama Mahasiswa : Ni Made Yuliana Megasari

Nomor Pokok Mahasiswa : 0715051025

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

### **MEYETUJUI**

#### 1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si.**  
NIP 19711210 199702 1 001

**Alimuddin, S.Si, M.Si.**  
NIP 19720626 200012 1 001

#### 2. Ketua Jurusan,

**Bagus Sapto M, S.Si., M.T**  
NIP. 19700120 200003 1 001

## **MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Muh Sarkowi, M.Si.** .....

Sekretaris : **Alimuddin, S.Si., M.Si.** .....

Penguji Utama : **Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr., Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.**  
NIP. 19650510 199303 2 008

Tanggal dan Tahun Lulus Ujian Skripsi : 13 Februari 2012

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh 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 sangsi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Februari 2012



Ni Made Yuliana Megasari  
NPM. 0715051025

## **RIWAYAT HIDUP**



Penulis bernama Ni Made Yuliana Megasari dilahirkan di Desa Rejo Basuki, Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah, pada tanggal 12 Juli 1989 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan I Made Suparta dan Sri Budi Handan Astuti. Pendidikan formal yang ditempuh yaitu di Sekolah Taman Kanak-kanak (TK) Tunas Harapan Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 1994 – 1995, kemudian di lanjutkan dengan Sekolah Dasar (SD) Negeri 01 Rejo Basuki Kecamatan Seputih Raman kabupaten Lampung tengah Pada tahun 1995 – 2001, kemudian dilanjutkan dengan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 02 Kotagajah Kecamatan Kotagajah kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2001 – 2004 dan dilanjutkan pada Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 01 Seputih Raman, Kecamatan Seputih Raman pada tahun 2004-2007. Pada tahun 2007 Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Strata-1 Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) Reguler.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Geofisika, penulis pernah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika (HIMA TG Buana) dengan jabatan sebagai koordinator bidang Sosial Budaya Masyarakat dan aktif dalam organisasi internal yaitu selama 3 tahun bergabung dengan Unit Kegiatan Mahasiswa Hindu (UKMH) Universitas Lampung sebagai pengurus dengan menjabat anggota bidang kerohanian pada periode 2007-2008 dan sebagai anggota bidang kewirausahaan pada periode 2008-2009 dan sebagai pengurus inti dengan menjabat sebagai Bendahara Umum pada periode 2009-2010 serta Unit kegiatan mahasiswa lainnya yang merupakan hibah dari bank BNI untuk mahasiswa yakni “ pojok BNI ” sebagai Duta pojok BNI pada periode 2008-2010, selain itu juga aktif dalam kegiatan organisasi eksternal yaitu Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia (KMHD) dan Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (HMGI). Penulis pernah melakukan Kerja Praktek (KP) di Badan Penelitian dan Pusat Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral (PPPTMGB) “ LEMIGAS, Jakarta pada tahun 2010 dengan judul “*Interpretasi Data Seismik 2d Dan Pembuatan Peta Kedalaman Pada Formasi Cibulakan Atas Di Lapangan “X” Cekungan Jawa Barat Utara* ”. Pada tahun 2011 penulis melaksanakan Tugas akhir (TA) di PT. Bukit Asam, (Persero, Tbk), Sumatra Selatan dengan judul “*Perhitungan Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Logging Dan Pemboran Di Kecamatan Lawang Kidul Sumatera Selatan*”.

## **ABSTRAK**

### **PERHITUNGAN SUMBERDAYA BATUBARA BERDASARKAN DATA *LOGGING* DAN PEMBORAN DI KECAMATAN LAWANG KIDUL SUMATERA SELATAN**

**Oleh**

**Ni Made Yuliana Megasari**

Penambangan/eksploitasi batubara merupakan usaha yang membutuhkan modal yang sangat besar sehingga diperlukan perencanaan yang detail. Ekplorasi geologi dan geofisika harus dilakukan dalam upaya melokalisir daerah prospek batubara dan cadangan secara kasar. Untuk mendapatkan cadangan batubara yang lebih akurat perlu dilakukan pengeboran dan logging pada beberapa sumur sehingga dapat diketahui kedalaman, ketebalan, dan cadangan sumberdaya batubara.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan sumberdaya batubara di daerah Tambang Air Laya Putih, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan penyebaran, ketebalan, dan karakterisasi serta mengestimasi jumlah sumberdaya batubara dan *stripping ratio* (SR), dari hasil pengolahan data *logging* (*log gamma ray* dan *log density*) dan data litologi.

Dari pengolahan data diperoleh karakterisasi sifat fisik batubara secara keseluruhan yaitu hitam, mengkilap – kusam, kompak, padat – agak, hancur, menyerpih yang berjumlah 5 jenis *seam* dengan ketebalan yaitu *seam A1* berkisar antara 4,20 – 15,70 meter, untuk *seam A2* berkisar antara 2,80 – 20,60 meter, untuk *seam B1* berkisar antara 2,25 – 20,40 meter, untuk *seam B2* berkisar antara 3,30 – 6,30 meter, dan untuk *seam C* berkisar antara 2,49 – 11,20 meter. Berdasarkan hasil perhitungan sumberdaya batubara dengan pemodelan 2D menggunakan *Software Geologi Minecape* diperoleh hasil sebesar 86.000.000 ton dan pemodelan 3D menggunakan *Rockwork15* diperoleh hasil sebesar 62.000.000 ton dan *Striping Ratio* (SR) total di daerah penelitian 1 : 4,63. Sehingga cadangan batubara di daerah penelitian termasuk dalam kategori ekonomis untuk dieksplorasi.

Kata kunci : Sumberdaya, Batubara dan *Logging*.

## **ABSTRACT**

### **THE CALCULATION OF COAL RESERVES BASED ON LOGGING DATA AND DRILLING IN LAWANG KIDUL SUBDISTRICT SOUTH SUMATERA**

**By**

**Ni Made Yuliana Megasari**

Coal exploitation is the effort needing huge fund so it takes a a detail planning. The exploitation of geology and geophysic must be done to locate the prospective coal area and coal reserves. To get coal reserves accurately needing drilling and logging at several wells so it can be found the depth, the thickness, and coal reserves.

This research was done at Tambang Air Laya Putih in Lawang Kidul subdistrict, Muara Enim regency of South Sumatera province. The research aimed to determine the spreading, the thickness, physical nature of coal and to estimate the coal reserves and the stripping ratio from logging data (log gamma ray and log density) and lithology.

The result showed the physical nature of coal is black, shinny-cannel, compact-shattered and shale. There are 5 seams, the thickness of seam A1 was 4,20-15,70 metres, seam A2 was 2,80-20,60 metres, seam B1 was 2,25-20,40 metres, seam B2 was 3,30-6,30 metres, and seam C was 2,49 – 11,20 metres. The calculation based on modelling of 2D using software Minecape Geology was 86.000.000 tons and based on modelling of 3D using Rockwork 15 was 62.000.000 tons. The value of the stripping ratio was 1:4,63. Therefore, the coal reserves in this area is economic to be exploited.

**Keywords:** *Reserves, Coal, and Logging*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur saya haturkan kehadirat IDA SANG HYANG WIDHI WASA karena atas Segala Anugrah Dan Karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi yang berjudul "*Perhitungan Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Logging Dan Pemboran Di Kecamatan Lawang Kidul Sumatera Selatan*" telah dilaksanakan di PT. Bukit Asam,Tbk. Persero. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memenuhi program Strata-1, Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, hal ini dikarenakan oleh keterbatasan penulis semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan penulis selanjutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca

Bandar Lampung, Februari 2012  
Penulis

Ni Made Yuliana Megasari

## **LEMBAR UCAPAN TERIMA KASIH**

Segala puji dan syukur saya haturkan kehadirat IDA SANG HYANG WIDHI WASA karena atas Segala Anugrah Dan Karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Dr., Ir. Lusmelia Afriani, D.E.A selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
2. Bapak Bagus Sapto M, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika
3. Bapak Dr. Muh Sarkowi, M.Si, selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Alimuddin, S.Si, M.Si. selaku pembimbing II yang telah begitu banyak memberikan masukan-masukan dan saran yang membantu dan berguna dalam penulisan dan materi yang berkaitan.
5. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D., selaku penguji dalam skripsi ini yang juga telah banyak membantu memberikan saran dan kritik dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Dosen Teknik Geofisika yang telah memberikan ilmu dan tenaganya kepada penulis.

7. PT. Bukit Asam, (Persero, Tbk) yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melaksanakan penelitian. Terima kasih atas waktu, tenaga, kesempatan dan semua bantuan sehingga dapat terselesaikan sekripsi ini.
8. Kedua orangtua (mamak dan bapak), kakak serta adik tercinta yang tak pernah lelah memberikan dukungan baik secara materi maupun spiritual.
9. Sahabat seperjuangku selama pelaksanaan tugas akhir Titin Silvia Sakti dan Yuni iswati terimakasih atas segala bantuan dan suka dukanya selama pelaksanaan Tugas Akhir.
10. Sahabat seperjuangan angkatan 2007 Teknik Geofisika mb pit, ujang, alpan, aan, yuza, mukti, ucil, dan tika, yang telah ikut menyumbangkan pemikirannya untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga anomali angkatan 2007 (pipit, banu, soleh, ayu, rini, fai, nando, gun2, nana, devi, st, fajrin, kiki, rangga, c, sinku, ari, tian ) dan adek-adek tingkat angkatan 2008, 2009, 2010 serta ‘dian n mami’ yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas dukungan dan motivasinya serta canda tawanya dan semoga kekompakkan kita untuk selamanya.
12. Nyoman Sukarte yang telah memberikan spirit of change, serta senantiasa menemani dalam proses penyelesaian Tugas akhir.

Semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua, dan menjadi sepenggal kisah penulis selama studi di Jurusan Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Februari 2012  
Penulis

Ni Made Yuliana Megasari

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN MENYETUJUI .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>LEMBAR UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
 <b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
 <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Letak dan Lokasi Penelitian .....	4
2.2. Geologi Regional Cekungan Sumatera Selatan .....	5
2.2.1. Stratigrafi Umum Regional .....	6
2.3. Stratigrafi Regional Tanjung Enim .....	7

2.4. Batubara .....	11
2.4.1. Cara terbentuknya batubara .....	11
2.4.2. Tempat terbentuknya batubara .....	12
2.4.3. Faktor Yang Berpengaruh .....	13
2.4.4. Reaksi Pembentukan Batubara .....	16
2.4.5. Sifat Umum Batubara .....	17
2.4.6. Jenis Batubara dan Sifatnya .....	17

### **III. TEORI DASAR**

3.1. Log Gamma Ray dan Log Densitas .....	19
3.1.1. Log Gamma Ray .....	19
3.1.2. Log Densitas .....	21
3.2. Klasifikasi Sumberdaya .....	22
3.3. Perhitungan Sumberdaya Batubara .....	25
3.3.1. Data Perhitungan Sumberdaya .....	25
3.3.2. Metode Perhitungan Sumberdaya .....	26
3.3.3. Perhitungan Volume .....	27
3.4. Nisbah Pengupasan ( <i>Stripping Ratio</i> ) .....	29

### **IV. METODE PENELITIAN**

4.1. Waktu dan tempat Penelitian .....	31
4.1.1. Waktu Penelitian .....	31
4.1.2. Tempat Penelitian .....	31
4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian .....	31
4.2.1. Bahan Penelitian .....	31
4.2.1. Peralatan Penelitian .....	32
4.3. Prosedur Kerja .....	33
4.3.1. Pengumpulan data .....	33
4.3.2. Pengolahan dan analisis data .....	33
4.3.2.1. Penentuan dan Ketebalan Lapisan Batubara .....	34
4.3.2.2. Pembuatan Profil Lapisan Batubara .....	35
4.3.2.2.1. Pembuatan Profil Penampang Korelasi Struktur .....	36
4.3.2.2.2. Pembuatan Profil Penampang dan perhitungan sumberdaya batubara secara 2D dan 3D .....	38
4.3.3. Penyajian Data .....	41
4.4. Diagram Alir .....	41

### **V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1. Hasil dan Pembahasan .....	43
5.5.1. Penentuan Lapisan Batubara dan Korelasi Antar Titik Bor ...	43
5.5.2. Karakteristik lapisan Batubara .....	51
5.5.3. Perhitungan Sumberdaya Batubara .....	64
5.5.3.1. Perhitungan 2D Dengan Menggunakan Program <i>Software Geologi Minescape</i> .....	64

5.5.3.2. Perhitungan 3D Dengan Menggunakan Program <i>Software Rockwork15</i> .....	70
5.2. Analisa hasil dari kedua model .....	73

## **VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan .....	75
6.2. Saran .....	77

## **DAPTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>	<i>Halaman</i>
1. Peta Lokasi Penambangan tanpa skala .....	4
2. Skema penampang Stratigrafi Sekuen ( <i>Sequence</i> ), Urutan Stratigrafi Daerah Tambang Air Laya Tanjung Enim Dari Tua Ke Muda .....	9
3. Skema Penampang Litologi Tambang Air Laya .....	10
4. Skema Pembentukan Batubara.....	11
5. Contoh jenis batubara (A) Anthracite dan (B) Sub- bituminous .....	18
6. Contoh jenis batubara Lignit .....	18
7. Log Gamma Ray .....	20
8. Metode <i>Cross Section</i> .....	26
9. Sketsa Perhitungan Volume Endapan dengan Rumus <i>Mean Area</i> ....	28
10. Penentuan ketebalan lapisan Batubara.....	35
11. Profil Penampang Korelasi Struktur .....	37
12. Kontruksi Penampang Sayatan 2D dengan menggunakan Program <i>Geologi Minescape</i> .....	39
13. Kontruksi Penampang 3D dengan menggunakan Program <i>Rockwork15</i> .....	41
14. Diagram Alir Metode Penelitian .....	42
15. Peta sebaran titik pemboran Tambang Air Laya Putih yang dijadikan sebagai korelasi .....	44
16. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk BGT_15, ALB_293, ALB_294, dan ALB_295 .....	46
17. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor untuk ALB_251, ALB_292, dan ALB_270 .....	47
18. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk BGT_15 dan ALB_251 .....	48
19. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk ALB_292 dan ALB_293 .....	49
20. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk ALB_270 dan ALB_295 .....	50
21. Pengambilan Kick Lapisan Batubara pada <i>software wellcad</i> .....	51
22. Peta topografi sebaran titik pemboran Tambang Air Laya Putih .....	65
23. Peta penampang sayatan Tambang Air Laya Putih .....	66
24. Hasil Penampang 2D daerah penelitian dengan bantuan <i>Software Geologi Minescape</i> .....	67

25. Peta Topografi Sebaran Titik Pemboran Tambang Air Laya Putih dengan menggunakan <i>software rockwork15</i> .....	71
26. Hasil Penampang 3D untuk Litologi 75 titik bor yang tersebar pada daerah penelitian dengan Bantuan Program <i>Software Rockwork15</i> .....	72
27. Hasil Penampang 3D Lapisan Batubara ( <i>seam</i> ) untuk Litologi 75 titik bor yang tersebar pada daerah penelitian .....	72

## **DAFTAR TABEL**

*Tabel*

	<i>Halaman</i>
1. Jarak titik informasi menurut kondisi geologi .....	23
2. Lapisan utama batubara .....	lam
3. Nilai kalori batubara tiap seam hasil uji laboratorium .....	52
3. Luas Penampang Tiap lapisan .....	68
5. Volume penampang tiap lapisan .....	69
6. Sumberdaya Tambang Air Laya Putih tiap <i>seam</i> secara 2D .....	69
7. Perhitungan sumberdaya batubara tiap <i>seam</i> secara 3D .....	73

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang memiliki sumberdaya batubara yang cukup melimpah. Endapan batubara tersebar merata di beberapa pulau, terutama di pulau Sumatera dan Kalimantan. Pada umumnya endapan batubara ekonomis tersebut dapat dikelompokkan sebagai batubara berumur *Eosen* atau sekitar *Tersier* Bawah, kira-kira 45 juta tahun yang lalu dan *Miosen* atau sekitar *Tersier* Atas, kira-kira 20 juta tahun yang lalu menurut [Skala waktu geologi](#), (Wikipedia.org, 2011).

Bermacam-macam metode penyelidikan digunakan untuk mengungkapkan keadaan geologi bawah permukaan, khususnya dalam menganalisis cekungan yang kemungkinan mengandung batubara. *Well Logging* adalah salah satu metode geofisika yang relatif akurat dalam penentuan kedalaman dan ketebalan suatu lapisan dibandingkan dengan metode lainnya. Interpretasi litologi dilakukan berdasarkan data log yang diambil. Endapan batubara ini pada umumnya tersingkap pada permukaan sehingga kebanyakan penambangan batubara dilakukan dengan penambangan terbuka.

Sebelum melakukan kegiatan eksplorasi, perlu dilakukan perhitungan yang matang mengenai jumlah kandungan batubara yang terdapat pada daerah penambangan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Jumlah batubara yang secara teknis diharapkan nantinya dapat dikembangkan setelah dilakukan penelitian dan eksplorasi disebut dengan sumberdaya, (Fransiscus, 2010).

Perhitungan sumberdaya merupakan pekerjaan penting untuk mengetahui besaran jumlah volume atau tonase dari bahan galian yang secara ekonomis layak untuk diusahakan. Perhitungan sumberdaya ini dilakukan untuk meningkatkan keyakinan terhadap jumlah sumberdaya (terukur) batubara sebelum dilaksanakannya pada suatu areal penambangan.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan sumberdaya batubara daerah tambang Air Laya Putih di daerah konsesi PT. Bukit Asam (Persero, Tbk). Daerah ini terlatak di cekungan Sumatera Selatan yang memiliki beberapa lapisan batubara (*Seam*). Lapisan batubara (*Seam*) yang ada di kawasan tambang PT. Bukit Asam (Persero, Tbk) dianggap cukup prospek untuk dieksplorasi.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah

- a. Mengetahui penyebaran jenis lapisan batubara.
- b. Menghitung ketebalan batubara masing-masing lapisan batubara.

- c. Mengetahui sifat fisik lapisan batubara.
- d. Mengetahui jumlah sumberdaya batubara dari masing-masing lapisan batubara.
- e. Mengetahui nilai *Striping Ratio (SR)* tiap lapisan batubara.

### **1.3. Batasan Penelitian**

Ruang lingkup batasan dalam penelitian ini adalah pengolahan data yang terdiri dari 75 data litologi (yang merupakan hasil dari gabungan dari data pemboran dan data *logging*) dan 7 buah data *logging* (*Log Density* dan *Log Gamma Ray*), perhitungan tidak dipengaruhi oleh aspek-aspek ekonomi seperti halnya harga komoditi bahan galian tersebut maupun besarnya investasi yang akan dikeluarkan, serta menghitung sumberdaya batubara bantuan *Software Geologi Minescape* untuk 2D dan menghitung sumberdaya batubara dengan batasan *Striping Ratio (SR) seam A1, seam A2, seam B1, seam B2* dan *seam C* dengan bantuan *Software Rockwork15* untuk 3D.

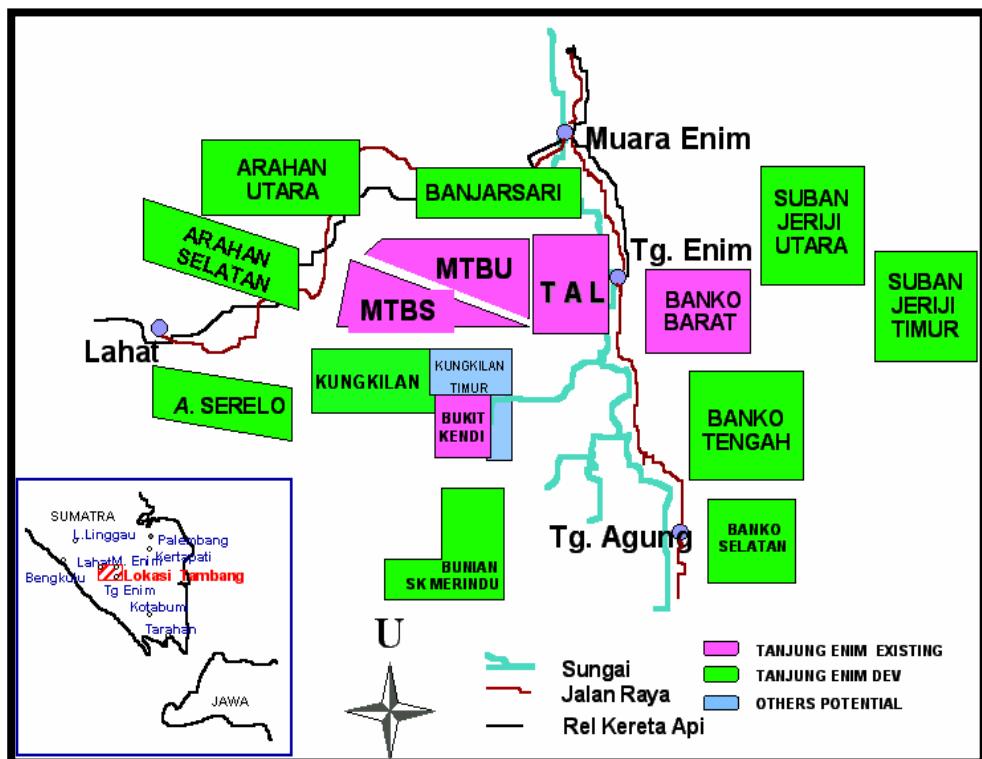
### **1.4. Manfaat Penelitian**

Diharapkan akan memberikan suatu informasi mengenai keberadaan lapisan batubara dan jumlah kuantitatif dari volume sumberdaya batubara masing-masing lapisan batubara (*seam*) pada daerah penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Letak dan lokasi Penelitian

Perusahaan tambang batubara PT. Bukit Asam (Persero, Tbk), secara geografis terletak pada  $3^{\circ} 42' 30''$  -  $4^{\circ} 47' 30''$  LS dan  $103^{\circ} 50' 10''$  BT, berada di Tanjung Enim, Kec. Lawang Kidul, Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan. Tanjung Enim terletak ±274 km di sebelah Barat Daya kota Palembang, ±520 km di sebelah timur Bengkulu.



Gambar 1. Peta Lokasi Penambangan tanpa skala (PT. Bukit Asam (Persero), Tbk, 2007)

Wilayah penambangan terbagi atas 3 blok, yaitu: Blok Banko yang terletak di sebelah timur Tanjung Enim, Blok Tambang Air Laya di sebelah utara Tanjung Enim, dan Muara Tiga Besar di sebelah timur Kota Lahat. Tambang Air Laya (TAL) dengan luas  $\pm$  7.621 Ha, Muara Tiga Besar (MTB) dengan luas  $\pm$  3.300 Ha, dan Bangko Barat dengan luas  $\pm$  4.500 Ha.

## **2.2. Geologi Regional Cekungan Sumatera Selatan**

Cekungan Sumatera Selatan dan Tengah mempunyai sejarah pembentukan yang sama, di mana kedua cekungan tersebut merupakan suatu cekungan busur belakang (*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 di sebelah baratdaya oleh sesar-sesar serta singkapan-singkapan batuan Pra-Tersier yang terangkat sepanjang kawasan kaki Pegunungan Barisan, dan di sebelah Timur Laut dibatasi oleh formasi sedimen dari paparan Sunda. Di sebelah selatan dan sebelah timur, daerah cekungan dibatasi oleh daerah tinggian Lampung. Pada Cekungan Sumatera Selatan dan Jambi terdapat beberapa bentuk struktur akibat aktivitas tektonik Tersier Pulau Sumatera yang terdiri dari beberapa periode tektonik (Sukendar, 1998).

Cekungan Sumatra Selatan secara struktural dapat 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 berarah Baratlaut-Tenggara dan sesar Kikim

dengan arah Utara-Selatan. Berdasarkan posisi tektoniknya, Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan belakang busur. Adanya tinggian dan dalaman telah memisahkan cekungan ini menjadi beberapa sub cekungan seperti sub cekungan Jambi, sub cekungan Palembang utara, tengah dan selatan. Selain telah terjadinya tektonik regional maupun lokal sepanjang Zaman Tersier, diikuti pula proses sedimentasi pada daerah cekungan. Disamping itu perubahan muka air laut secara global (*global sea level changes*) juga turut dalam proses sedimentasi di Cekungan Sumatra Selatan (Koesoemadinata,1978).

### **2.2.1. Stratigrafi Umum Cekungan Sumatera Selatan**

Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan secara umum dikelompokkan menjadi dua seri pengendapan Tersier yaitu seri transgresif dan seri regresif. Seri transgresif terdiri dari dua siklus pengendapan yaitu: Bagian bawah berupa endapan transgresif *graben fill* dengan lingkungan pengendapan darat-transisi yang diwakili oleh Formasi Lahat dan Talang Akar. Bagian atas berupa endapan laut dangkal-dalam yang diwakili oleh Formasi Baturaja sebagai endapan laut dangkal dan Formasi Gumai yang diendapkan pada saat puncak transgresi. Seri regresif berupa endapan laut dalam-transisi yang diwakili oleh Formasi Air Benakat dan Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai (Koesoemadinata,1978).

#### **➤ Formasi Muara Enim**

Formasi Muara Enim mewakili tahap akhir dari fase regresi tersier. Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Air Benakat pada lingkungan laut dangkal, paludal, dataran delta dan *non - marin*. Ketebalan formasi ini 500 – 1000 m, terdiri dari batupasir, batulempung, batulanau dan batubara. Batupasir pada

formasi ini dapat mengandung glaukonit dan debris volkanik. Pada formasi ini terdapat oksida besi berupa konkresi-konkresi dan *silisified wood*. Sedangkan batubara yang terdapat pada formasi ini umumnya berupa lignit. Formasi Muara Enim berumur Miosen Akhir – Pliosen Awal.

### **2.3. Urutan Stratigrafi Daerah Tambang Air Laya Tanjung Enim Dari Tua Ke Muda**

Batubara daerah tambang Air Laya dijumpai formasi Muara Enim yang termasuk dalam Palembang Group. Formasi Muara Enim ini terdiri atas empat bagian yaitu termasuk M1-M4. Di daerah Tambang Air Laya dijumpai M2 yang terdiri dari mangus *seam*, suban *seam* dan petai *seam*. Formasi Muara Enim disebut juga formasi pembawa batubara dapat dikenal satuan stratigrafi sebagai berikut:

#### **a. Lapisan Batubara Petai (Batubara C)**

Lapisan batubara ini mempunyai ketebalan antara 6 - 10 m, berwarna hitam mengkilap dan mengandung lapisan pita pengotor batubara lempung dan batulanau dengan ketebalan sekitar 2 - 10 m. selain itu juga dijumpai lensa-lensa batulanau/*siltstone* (kadang-kadang silikan) pada 0,7 - 3,0 m dari “base” dengan ketebalan 2 - 15 cm. *Interbeden* antara batubara C dengan batubara B2 dicirikan oleh batupasir dengan sisipan batulanau dengan ketebalan sekitar 25 - 40 m.

#### **b. Lapisan Batubara Suban Bawah (B2)**

Lapisan batubara ini memiliki ketebalan 3 - 5 m dan terdapat pita pengotor berupa batulempung lanauan karbonan/*carbonaceous silty clay stone* dengan tebal 2 - 8 cm dengan posisi 0,8 - 1.0 m dari “base”. Dijumpai

lensa-lensa batulanau/*silt stone* (kadang-kadang) pada 1,1 - 3,3 m dari “base” dengan tebal 1 - 15 cm. *Interburden* antara B2 - B1 selang-seling batulempung dan batulanau dengan tebal 2 - 5,5 m.

**c. Lapisan Batubara Suban Atas (B1)**

Ketebalan lapisan batubara ini kurang lebih 8 - 12 m dan terdapat pita pengotor berupa batulempung lanauan karbonan/*carbonaceous silty clay stone* dengan tebal 2 - 15 cm dengan posisi 0,8 - 1,0 m dari “base”. Dijumpai lensa-lensa batulanau/*silt stone* (kadang-kadang) pada 0,76 - 6,0 m dari “base” dengan tebal 1 - 15 m. *Interburden* antara B2 - B1 dicirikan dengan perulangan batupasir dan batulanau dengan sisipan batubara/batu lempung karbonan (“*Suban Marker*”) dengan ketebalan 15 - 23 m.

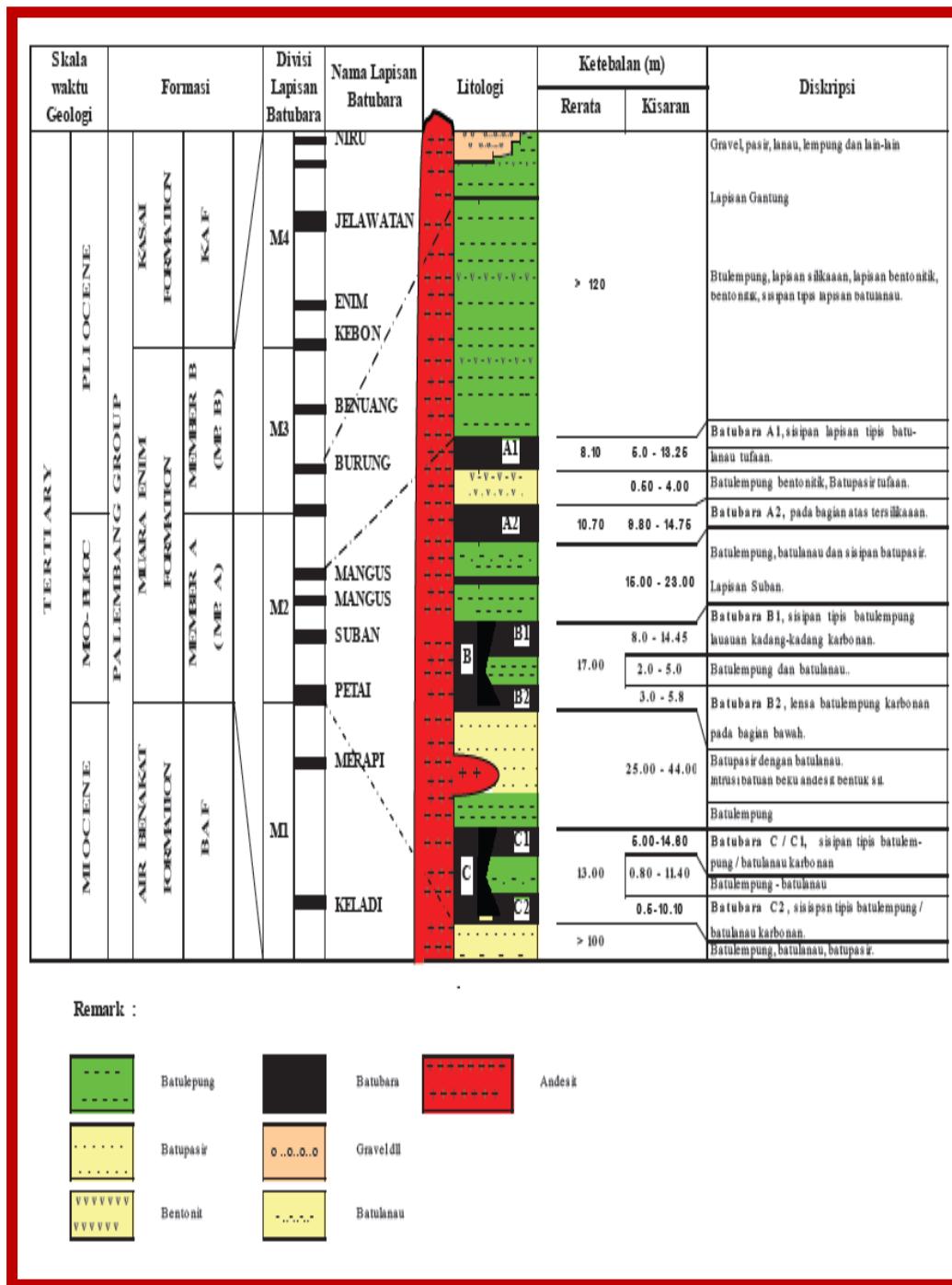
**d. Lapisan batubara mangus bawah (A2)**

Lapisan batubara ini mempunyai ketebalan 5 - 12,9 m. Pada lapisan ini dijumpai adanya batubara *silica* pada bagian “*top*” yang sangat keras dengan ketebalan 20 – 40 cm. Pita pengotor batulempung karbonan dengan tebal 2 - 15 cm. Dijumpai lensa-lensa batulanau/*siltstone* (kadang-kadang silikan) pada 0,9 - 4,5 m dari “base” dengan ketebalan 1 - 15 cm. *Interburden* antara batubara A2 dengan batubara A1 dicirikan oleh batulempung, batupasir dengan ketebalan sekitar 0,5 - 2 m.

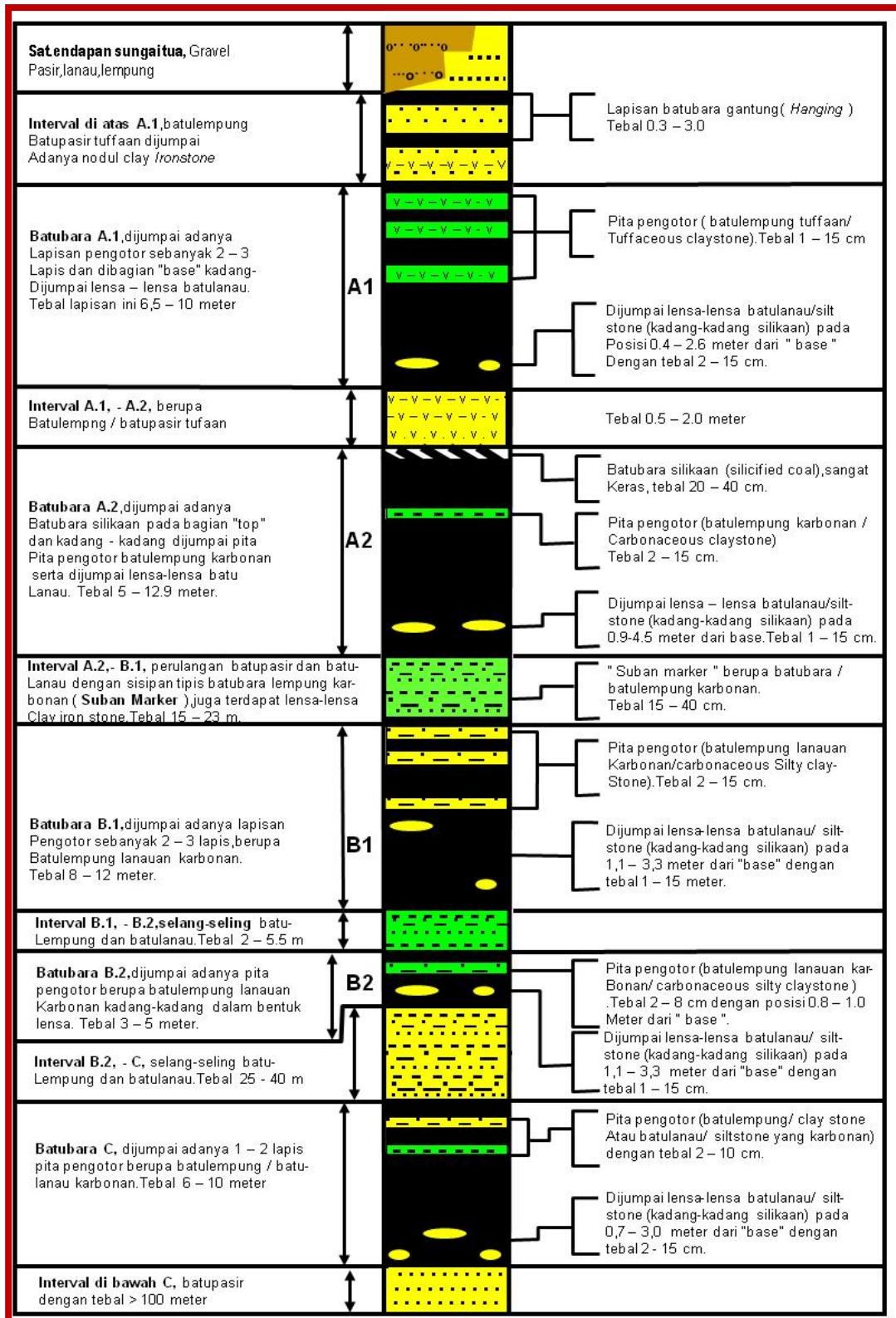
**e. Lapisan batubara mangus atas (A1)**

Lapisan batubara ini mempunyai ketebalan 6,5 - 10 m. Pita pengotor batulempung tufaan/*Tuffaceous claystone* dengan tebal 1 - 15 cm. Dijumpai lensa-lensa batulanau/*siltstone* (kadang-kadang silikan) pada 0,4 - 2,6 m dari “base” dengan ketebalan 2 - 15 cm. *Overburden* lapisan ini

dicirikan dengan ditemuinya batu pasir dijumpai adanya nodul clay ironstone. Lapisan batubara gantung (*Hanging*) dengan tebal 0,3 - 3,0 m.



Gambar 2. Skema penampang Stratigrafi Sekuen (*Sequence*), Urutan Stratigrafi Daerah Tanjung Enim Dari Tua Ke Muda tanpa skala (PT. Bukit Asam (Persero), Tbk, 2007).

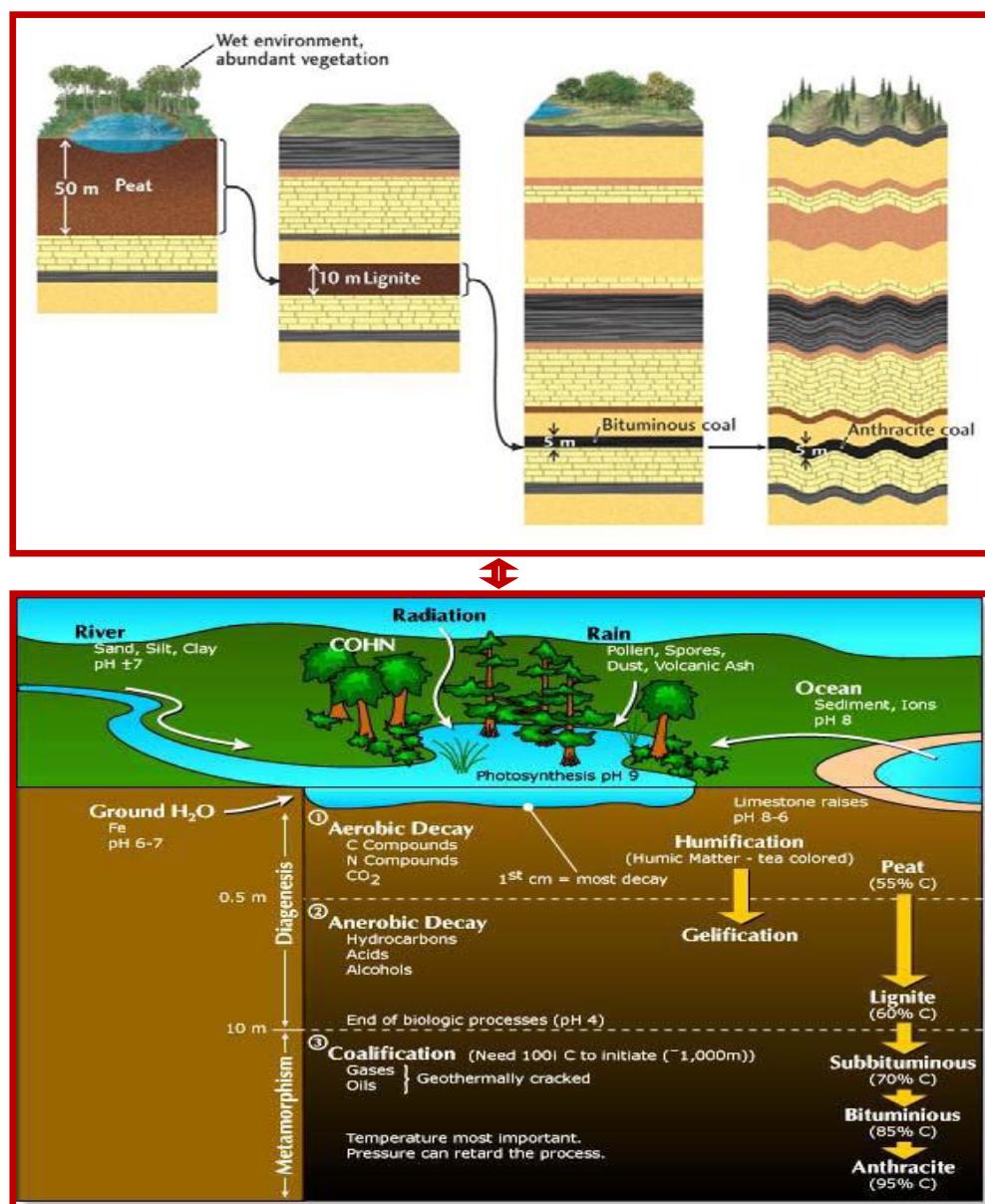


Gambar 3. Skema Penampang Litologi Tambang Air Laya, tanpa skala  
(PT. Bukit Asam (Persero), Tbk, 2007).

## 2.4. Batubara

### 2.4.1. Teori Terbentuknya Batubara

Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang sangat lama (puluhan sampai ratusan juta tahun) dibawah pengaruh proses – proses fisika, kimia, ataupun keadaan geologi.



Gambar 4. Skema Pembentukan Batubara (crock, 1983 op cit. Diki, [www.scribd.com](http://www.scribd.com))

## **2.4.2. Tempat terbentuknya batubara**

Tempat terbentuknya batubara dikenal dua macam teori:

### **a. Teori Insitu**

Teori ini mengatakan bahwa bahan – bahan pembentukan lapisan batubara, terbentuknya di tempat dimana tumbuh – tumbuhan asal itu berada. Dengan demikian segera setelah tumbuhan tersebut mati, belum mengalami proses transportasi, tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran luas dan merata kualitasnya lebih baik, karena abunya relatif kecil. Batubara yang terbentuk seperti ini di Indonesia dapatkan di lapangan batubara Muara Enim, Sumatra selatan.

### **b. Teori *Drift***

Teori ini menyebutkan bahwa bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadinya di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhnya semula hidup dan berkembang. Dengan demikian tumbuhan yang telah mati diangkut oleh media air dan berakumulasi di suatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran tidak luas, tetapi dijumpai di beberapa tempat, kualitas kurang baik karena banyak mengandung material pengotor yang terangkut bersama selama proses pengangkutan dari tempat asal tanaman ke tempat sedimentasi. Batubara yang terbentuk seperti di Indonesia didapatkan di lapangan batubara delta Mahakam purba, Kalimantan Timur.

### **2.4.3. Faktor Yang Berpengaruh**

Cara terbentuknya batubara merupakan proses yang kompleks, dalam arti harus dipelajari dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Terdapat serangkaian faktor yang diperlukan dalam pembentukan batubara yaitu :

#### **a. Posisi Geotektonik**

Posisi geotektonik adalah letak suatu tempat yang merupakan cekungan sedimentasi yang keberadaannya dipengaruhi oleh gaya - gaya tektonik lempeng. Adanya gaya – gaya tektonik ini akan mengakibatkan cekungan sedimentasi menjadi lebih luas apabila terjadi proses penurunan dasar cekungan atau menjadi lebih sempit apabila terjadi proses penaikan dasar cekungan. Proses tektonik dapat pula diikuti oleh perlipatan perlapisan batuan ataupun patahan. Apabila proses yang disebut terakhir ini terjadi, satu cekungan sedimentasi akan dapat terbagi menjadi dua atau lebih sub cekungan sedimentasi dengan luasan yang relatif kecil. Kejadian ini juga akan berpengaruh pada penyebaran lapisan (*seam*) batubara yang terbentuk. Makin dekat cekungan sedimentasi batubara terbentuk atau terakumulasi terhadap posisi kegiatan tektonik lempeng, maka kualitas batubara yang dihasilkan akan semakin baik.

#### **b. Morfologi**

Daerah tempat tumbuhan berkembang biak merupakan daerah yang relatif tersedia air. Oleh karenanya tempat tersebut mempunyai topografi yang relatif lebih rendah dibandingkan daerah yang mengelilinginya. Makin luas daerah dengan topografi relatif rendah, maka makin banyak tanaman yang tumbuh, sehingga makin banyak terdapat bahan pembentuk batubara. Apabila keadaan topografi daerah ini dipengaruhi oleh gaya tektonik, baik yang mengakibatkan penaikan

ataupun penurunan topografi, maka akan berpengaruh pula terhadap luas tanaman yang merupakan bahan utama sebagai bahan pembentuk batubara. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan penyebaran batubara berbentuk seperti lensa. Topografi mungkin mempunyai efek yang terbatas terhadap iklim dan keadaannya bergantung pada posisi geotektonik.

#### **c. Pengaruh Iklim**

Iklim berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Di daerah beriklim tropis dengan curah hujan silih berganti sepanjang tahun disamping tersedianya sinar matahari sepanjang waktu, merupakan tempat yang cukup baik untuk pertumbuhan tanaman dengan timbulnya faktor kelembaban. Di daerah beriklim tropis hampir semua jenis tanaman dapat hidup dan berkembang baik. Oleh karenanya, di daerah yang mempunyai iklim tropis pada masa lampau, sangat dimungkinkan didapatkan endapan batubara dalam jumlah banyak, sebaliknya daerah yang beriklim sub tropis mempunyai penyebaran endapan batubara relatif terbatas. Kebanyakan luas tanaman yang keberadaannya sangat ditentukan oleh iklim akan menentukan penyebaran dan ketebalan lapisan (*seam*) batubara yang nantinya akan terbentuk. Hasil pengkajian menyatakan bahwa hutan rawa tropis mempunyai siklus pertumbuhan setiap 7 – 9 tahun dengan ketinggian pohon sekitar 30 m. Sedangkan pada iklim yang lebih dingin ketinggian pohon hanya mencapai sekitar 5 – 6 m dalam selang waktu yang sama.

#### **d. Struktur Cekungan Batubara**

Batubara terbentuk pada cekungan sedimentasi yang sangat luas, hingga mencapai ratusan hingga ribuan hektar. Dalam sejarah bumi, batuan sedimen yang merupakan bagian kulit bumi, akan mengalami deformasi akibat dari gaya

tektonik. Cekungan akan mengalami gaya deformasi lebih hebat apabila cekungan tersebut berada dalam satu sistem geoantiklin atau geosinklin. Akibat gaya tektonik yang terjadi pada waktu – waktu tertentu, batubara bersama dengan batuan sedimen yang merupakan perlapisan diantaranya akan terlipat dan tersesarkan. Proses perlipatan dan pensesaran tersebut akan menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan berpengaruh pada proses metamorfosis batubara, dan batubara akan menjadi lebih keras dan lapisannya terpatah – patah, akan semakin banyak perlipatan dan pensesaran terjadi di dalam cekungan sedimentasi yang mengandung batubara. Oleh sebab itu, pencarian batubara bermutu baik diarahkan pada daerah geosinklin atau geoantiklin, karena di kedua daerah tersebut diyakini kegiatan tektonik berjalan cukup intensif.

#### e. Dekomposisi Flora

Dekomposisi flora yang merupakan bagian dari transformasi biokimia dari material organik merupakan titik awal untuk seluruh alterasi. Dalam pertumbuhan gambut, sisi tumbuhan akan mengalami perubahan, baik secara fisik maupun kimiawi. Setelah tumbuhan mati proses degradasi biokimia lebih berperan. Proses pembusukan (*decay*) akan terjadi oleh kerja mikrobiologi (bakteri anaerob). Bakteri ini bekerja dalam suasana tanpa oksigen menghancurkan bagian yang lunak dari tumbuhan secara *cellulosa*, protoplasma dan pati. Dari proses di atas terjadi perubahan dari kayu menjadi lignit dan batubara berbitumen. Bila tumbuhan tertutup oleh air dengan cepat, maka akan terhindar oleh proses pembusukan, tetapi desintegrasi dan penguraian oleh mikroorganisme. Bila tumbuhan yang telah mati terlalu lama berada di udara terbuka, maka kecepatan

pembentukan gambut akan berkurang, sehingga hanya bagian keras saja tertinggal yang menyulitkan penguraian oleh mikroorganisma.

#### **f. Metamorfosa Organik**

Tingkat pembentukan adalah penimbunan atau penguburan oleh sedimen baru. Pada tingkat ini proses degradasi biokimia tidak berperan lagi tetapi lebih didominasi oleh proses dinamokimia. Proses ini menyebabkan terjadinya perubahan gambut menjadi batubara dalam berbagai mutu. Selama proses ini terjadi pengurangan air lembab oksigen dan zat terbang (seperti CO<sub>2</sub>, CO), CH<sub>4</sub> dan gas lainnya) serta bertambahnya prosentase karbon padat, belerang dan kandungan abu. Perubahan batubara diakibatkan oleh faktor tekanan dan waktu. Tekanan dapat disebabkan oleh lapisan sedimen penutup yang sangat tebal atau karena tektonik. Hal ini menyebabkan bertambahnya tekanan dan percepatan proses metamorfosa organik. Proses metamorfosa organik akan dapat mengubah gambut menjadi batubara sesuai dengan perubahan sifat kimia, fisika dan optiknya.

#### **2.4.4. Reaksi Pembentukan Batubara**

Batubara terbentuk dari sisa tumbuhan mati dengan komposisi utama dari *cellulose*. Proses pembentukan batubara atau *coalification* yang dibantu oleh faktor fisika, kimia alam akan mengubah *cellulose* menjadi lignit, *subbitumine*, *bitumine* dan antrasit. *Cellulose* (zat organik) yang merupakan zat pembentuk batubara. Unsur C dalam lignit lebih sedikit dibanding *bitumine*. Semakin banyak unsur C lignit semakin baik mutunya. Unsur H dalam lignit lebih banyak dibandingkan pada bitumine. Semakin banyak unsur H lignit makin kurang baik

mutunya. Senyawa CH<sub>4</sub> (gas metan) dalam lignit lebih sedikit dibanding dalam *bitumine*. Semakin banyak CH<sub>4</sub> lignit semakin baik kualitasnya (Sukandarramidi, 1995).

#### **2.4.5. Sifat Umum Batubara**

Menurut Sukandarramidi, Batubara merupakan salah satu jenis bahan bakar untuk pembangkit energi, disamping gas alam dan minyak bumi.

Berdasarkan atas cara penggunaannya sebagai penghasil energi diklasifikasikan :

1. Penghasil energi primer di mana batubara yang langsung dipergunakan untuk industri misalnya pemakaian batubara sebagai bahan bakar *burned* (Dalam industri semen dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap); pembakar kapur, bahan bakar lokomotif, bahan bakar tidak berasap.
2. Penghasil energi sekunder dimana batubara yang tidak langsung dipergunakan untuk industri misalnya pemakaian batubara sebagai bahan bakar padat (briket); bahan bakar cair (konversi menjadi bahan bakar air), gas (konversi menjadi bahan bakar gas).

#### **2.4.6. Jenis Batubara dan Sifatnya**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Sifat batubara jenis antrasit <ul style="list-style-type: none"><li>• Warna hitam sangat mengkilat, kompak</li><li>• Nilai kalor sangat tinggi, kandungan karbon sangat tinggi.</li><li>• Kandungan air sangat sedikit</li><li>• Kandungan abu sangat sedikit</li><li>• Kandungan sulfur sangat sedikit</li></ul> | 2. Sifat batubara jenis bitumine/ <i>subbitumine</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Warna hitam mengkilat, kurang kompak</li><li>• Nilai kalor tinggi, kandungan karbon relatif tinggi</li><li>• Kandungan air sedikit</li><li>• Kandungan abu sedikit</li><li>• Kandungan sulfur sedikit</li></ul> |
|--|--|

3. Sifat batubara jenis lignit:

- Warna hitam, sangat rapuh
- Nilai kalor rendah, kandungan karbon sedikit
- Kandungan air tinggi
- Kandungan abu banyak
- Kandungan sulfur banyak

Berikut adalah gambar dari jenis batubaranya :



Gambar 5. Contoh jenis batubara (A) *Anthracite* dan (B) *Sub-bituminous*  
(Anonim [www.scribd.com](http://www.scribd.com), 2011)



Gambar 6. Contoh jenis batubara Lignit (Anonim [www.scribd.com](http://www.scribd.com), 2011)

### **III. TEORI DASAR**

Dalam Eksplorasi Batubara, sasaran yang ingin di capai adalah nilai ekonomis dari cadangan. Untuk menghitung cadangan ini diperlukan data ketebalan lapisan batubara. *Well Logging* adalah salah satu metode geofisika yang relatif akurat dalam penentuan kedalaman dan ketebalan suatu lapisan dibandingkan dengan metode lainnya. Interpretasi litologi dilakukan berdasarkan data log yang diambil. (Atwi, 2010).

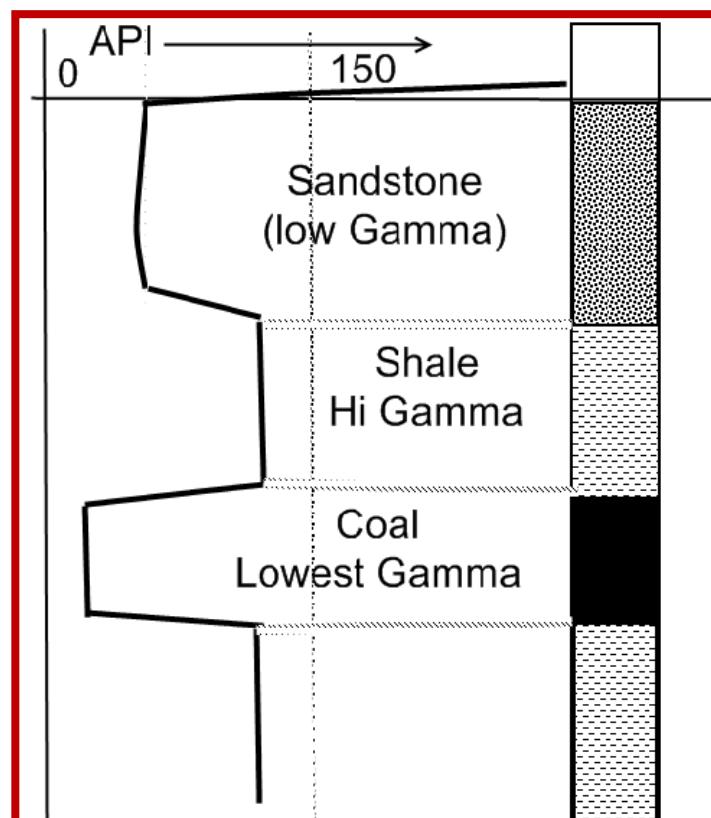
#### **3.1. Log Gamma Ray dan Log Densitas**

##### **3.1.1 Log Gamma Ray**

Gamma Ray Log adalah metoda untuk mengukur radiasi sinar gamma yang dihasilkan oleh unsur-unsur radioaktif yang terdapat dalam lapisan batuan di sepanjang lubang bor. Unsur radioaktif yang terdapat dalam lapisan batuan tersebut diantaranya *Uranium*, *Thorium*, *Potassium*, *Radium*, dan lain-lainnya. Unsur radioaktif umumnya banyak terdapat dalam shale dan sedikit sekali terdapat dalam *sandstone*, *limestone*, *dolomite*, *coal*, *gypsum*, dan lain-lainnya. Oleh karena itu *shale* akan memberikan response gamma ray yang sangat signifikan dibandingkan dengan batuan yang lainnya. Log sinar gamma merekam pancaran radioaktif dari formasi. Sinar radioaktif alami yang direkam berupa *Uranium*, *Thorium*, dan *Potassium*. Log sinar gamma sederhana memberikan

rekaman kombinasi dari tiga unsur radioaktif, sedangkan spektral gamma ray menunjukkan masing-masing unsur radioaktif (Rider, 1996).

Log sinar gamma digunakan untuk membedakan lapisan-lapisan *shale* dan *non-shale* pada sumur-sumur *open hole* atau *cased hole* dan juga pada kondisi ada lumpur maupun tidak. Sinar gamma sangat efektif dalam membedakan lapisan *permeable* dan *non-permeable* karena unsur-unsur radioaktif cenderung berpusat di dalam serpih yang *non-permeable* dan tidak banyak terdapat dalam batuan karbonat atau pasir yang secara umum besifat *permeable*. Selain itu, Log Gamma Ray dapat digunakan sebagai pengganti SP Log untuk pendekstian lapisan *permeable*, karena untuk formasi yang tidak terlalu resistif hasil SP Log tidak terlalu akurat.



Gambar 7. Log Gamma Ray, (Anonim, 2011).

Pada interpretasi lapisan batubara, nilai gamma raynya memperlihatkan harga yang paling rendah, karena batubara sangat sedikit mengandung unsur *Kalium*. Respon gamma dengan harga yang lebih besar daripada batubara diperlihatkan oleh respon lapisan keras yang banyak mengandung silica, dan kemudian oleh respon batupasir. Respon gamma yang tinggi diperlihatkan oleh batulanau dan batulempung (Abdullah, 2009).

### **3.1.2. Log Densitas**

*Log density* merupakan kurva yang menunjukkan nilai densitas (*bulk density*) batuan yang ditembus lubang bor, dinyatakan dalam gr/cc. Secara geologi *bulk density* adalah fungsi dari densitas dari mineral-mineral pembentuk batuan (misalnya matriks) dan volume dari fluida bebas yang mengisi pori (Rider, 1996). Besaran densitas ini selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai porositas batuan tersebut. *Log density* bersama - sama dengan *log neutron* digunakan untuk mendeteksi adanya hidrokarbon, (Atwi, 2010).

*Log density* merupakan suatu tipe *log porositas* yang mengukur densitas elektron suatu formasi. Prinsip pencatatan dari *log density* adalah suatu sumber radioaktif yang dimasukkan kedalam lubang bor mengemisikan sinar gamma ke dalam formasi. Pada formasi tersebut sinar akan bertabrakan dengan elektron dari formasi. Pada setiap tabrakan *sinar gamma* akan berkurang energinya. *Sinar gamma* yang terhamburkan dan mencapai detektor pada suatu jarak tertentu dari sumber dihitung sebagai indikasi densitas formasi. Jumlah tabrakan merupakan fungsi langsung dari jumlah elektron didalam suatu formasi. Karena itu *log densitas* dapat mendeterminasi *densitas* elektron formasi dihubungkan dengan densitas *bulk* sesungguhnya didalam gr/cc.

Harga *densitas matrik* batuan, porositas, dan *densitas fluida* pengisi formasi. *Log density* merupakan *log* yang sangat baik digunakan untuk megidentifikasi batubara. Pada *log* ini batubara memiliki harga *density* yang rendah karena batubara memiliki *density matrix* yang rendah. Kandungan komponen kuarsa, seperti kuarsa yang berbutir halus dapat memberikan efek yang sangat besar dalam pembacaan *log density*. Hal tersebut dapat menyebabkan porositas semu batubara akan menurun sedangkan density batubara akan meningkat, (Franscisca, 2011).

### **3.2. Klasifikasi Sumberdaya**

#### **a) Sumber Daya Batubara Hipotetik (*Hypothetical Coal Resource*)**

Sumber daya batu bara hipotetik adalah batu bara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan, yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap penyelidikan **survei tinjau**.

#### **b) Sumber Daya Batubara Tereka (*inferred Coal Resource*)**

Sumber daya batu bara tereka adalah jumlah batu bara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan, yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap penyelidikan **prospeksi**.

#### **c) Sumber Daya Batubara Tertunjuk (*Indicated Coal Resource*)**

Sumber daya batu bara tertunjuk adalah jumlah batu bara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan, yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap **eksplorasi pendahuluan**.

#### **d) Sumber Daya Batubara Terukur (*Measured Coal Resourced*)**

Sumber daya batu bara terukur adalah jumlah batu bara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan, yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap **eksplorasi rinci**.

Klasifikasi sumberdaya batubara merupakan upaya pengelompokan sumberdaya batubara berdasarkan keyakinan geologi dan kelayakan ekonomi. Menurut Standar Nasional Indonesia Amandemen I SNI 13-5014-1998 sumberdaya diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak titik informasi menurut kondisi geologi

<b>Kondisi Geologi</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Sumberdaya</b>		
		<b>Terukur</b>	<b>Terunjuk</b>	<b>Tereka</b>
Sederhana	Jarak Titik Informasi (m)	$1000 < x \leq 1500$ m	$500 < x \leq 1000$ m	$x \leq 500$ m
Moderat	Jarak Titik Informasi (m)	$500 < x \leq 1000$ m	$250 < x \leq 500$ m	$x \leq 250$ m
Kompleks	Jarak Titik Informasi (m)	$200 < x \leq 400$ m	$100 < x \leq 200$ m	$x \leq 100$ m

Sumber : Rancangan Standard Nasional (RSNI)

Uraian tentang batasan umum untuk masing-masing kondisi geologi diatas adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Geologi Sederhana

Dengan ciri sebagai berikut:

- a. Endapan batubara umumnya tidak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik seperti sesar, lipatan, dan intrusi.
- b. Lapisan batubara umumnya landai, menerus secara lateral sampai ribuan meter, dan hampir tidak memiliki percabangan.
- c. Ketebalan lapisan batubara secara lateral dan kualitasnya tidak menunjukkan variasi yang berarti.
- d. Contoh batubara di Bangko Selatan dan Muara Tiga Besar (Sumatera Selatan), Senakin Barat (Kalimantan Selatan), dan Cerenti (Riau).

## 2. Kondisi Geologi Moderat

Dengan ciri sebagai berikut :

- a. Endapan batubara sampai tingkat tertentu telah mengalami pengaruh deformasi tektonik.
- b. Pada beberapa tempat, intrusi batuan beku mempengaruhi struktur lapisan dan kualitas batubaranya.
- c. Dicirikan oleh kemiringan lapisan dan variasi ketebalan lateral yang sedang.
- d. Sebaran percabangan batubara masih dapat diikuti sampai ratusan meter.
- e. Contoh batubara di Senakin, Formasi Tanjung (Kalimantan Selatan), Loa Janan-Loa Kulu, Petanggis (Kalimantan Timur), Suban dan Air Laya (Sumatera Selatan), serta Gunung Batu Besar ( Kalimantan Selatan).

## 3. Kondisi Geologi Kompleks

Dengan ciri sebagai berikut :

- a. Umumnya telah mengalami deformasi tektonik yang intensif.
- b. Pergeseran dan perlipatan akibat aktivitas tektonik menjadikan lapisan batubara sulit dikorelasikan.
- c. Perlipatan yang kuat juga mengakibatkan kemiringan lapisan yang terjal.
- d. Sebaran lapisan batubara secara lateral terbatas dan hanya dapat diikuti sampai puluhan meter.

- e. Contoh batubara di Ambakiang, Formasi Warukin, Ninian, Belahiang dan Upau (Kalimantan Selatan), Sawahluhung (Sumatera Barat), Air Kotok (Bengkulu), Bojongmanik (Jawa Barat), serta daerah batubara yang mengalami ubahan intrusi batuan beku di Bunian Utara (Sumatera Selatan).

### **3.3. Perhitungan Sumberdaya Batubara**

#### **3.3.1. Data Perhitungan Sumberdaya**

Secara umum, pemodelan dan perhitungan cadangan batubara memerlukan data-data dasar sebagai berikut :

- Peta topografi
- Data penyebaran singkapan batubara (telah disesuaikan dengan format/datum peta)
- Data dan sebaran titik bor
- Peta geologi lokal (meliputi litologi, stratigrafi, dan struktur geologi)
- Peta situasi dan data-data yang memuat batasan-batasan alamiah seperti aliran sungai, jalan, perkampungan, dan lain-lain.

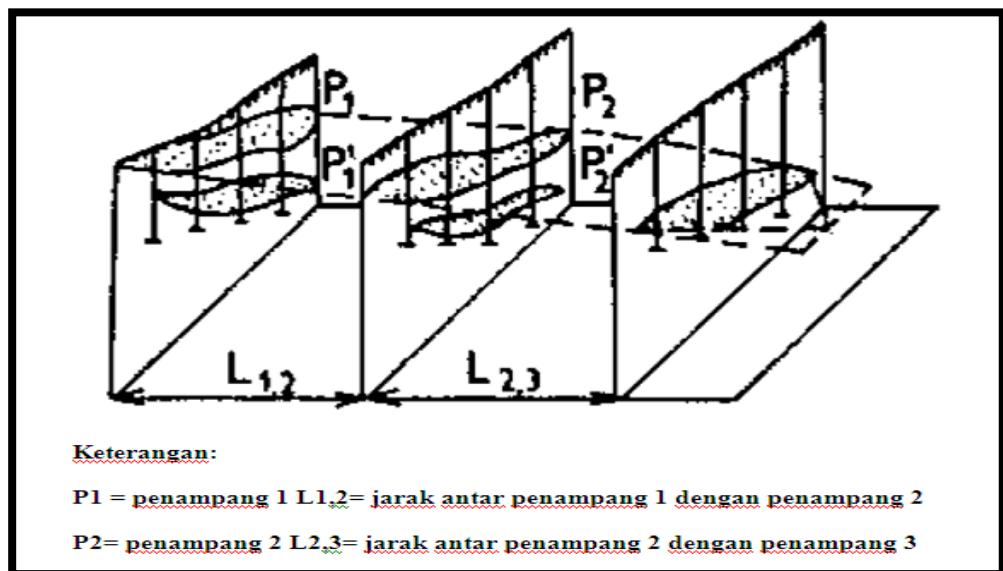
Data penyebaran singkapan batubara berguna untuk mengetahui *cropline* batubara, yang merupakan posisi dimana penambangan dimulai. Dari pemboran diperoleh hasil berupa data elevasi atap/*roof* dan lantai/*floor* batubara. Peta situasi dan data-data yang memuat batasan-batasan alamiah (aliran sungai, jalan, perkampungan, dan sebagainya) berguna untuk menentukan batas perhitungan cadangan. Endapan batubara yang tidak dapat

ditambang karena batasan-batasan alamiah tersebut tidak diperhitungkan dalam perhitungan cadangan.

Dari data-data dasar tersebut akan dihasilkan data olahan, yaitu data dasar yang diolah untuk mendapatkan model endapan batubara secara 3 (tiga) dimensi untuk selanjutnya akan dilakukan penghitungan cadangan endapan batubara. Model penampang dibuat dari kombinasi antara topografi dengan data pemboran (*roof* dan *floor* batubara). Selanjutnya penampang *seam* batubara berguna untuk memudahkan perhitungan sumberdaya dan cadangan batubara secara konvensional. Selain itu dapat juga digunakan untuk menghitung cadangan tertambang (*mineable reserve*) dengan memasukkan asumsi sudut lereng dengan SR.

### **3.3.2. Metode Perhitungan Sumberdaya**

Pemilihan metode perhitungan cadangan didasari oleh faktor geologi endapan, metode eksplorasi, data yang dimiliki, tujuan perhitungan, dan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Berdasarkan metode (teknik/asumsi/pendekatan), maka penaksiran dan perhitungan sumberdaya atau cadangan terdiri dari metode konvensional yang terbagi beberapa macam, namun disini saya akan dijelaskan metode yang digunakan dalam perhitungan sumberdaya pada penelitian ini yaitu Metode *Cross Section*. Metode ini adalah salah satu metode perhitungan sumberdaya secara konvensional. Dengan menghubungkan titik antar pengamatan terluar. Sehingga untuk mencari satu volume dibutuhkan dua penampang (Gambar 10).



Gambar 8. Metode *Cross Section* (Isaaks dkk, 1989 Ajun, 2011)

➤ Perhitungan Sumberdaya Batubara

Penerapan perhitungan tonase sumberdaya batubara dengan Metode *Cross Section* sangat tergantung pada data pemboran dan data singkapan endapan. Pada prinsipnya ada beberapa langkah dalam perhitungan, yaitu membagi lapisan batubara menjadi beberapa blok-blok penampang dengan selang jarak tertentu. Selang jarak tersebut dapat sama tiap blok atau berbeda-beda tergantung pada kondisinya. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Menghitung luas sayatan
- Menghitung jarak tiap sayatan
- Menghitung tonase batubara

Jumlah tonase batubara yang terdapat di daerah penelitian dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{a+b}{2} \times h \times \rho \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Keterangan:

$T$  = Tonase batubara, ton

$a$  = Luas sayatan a,  $m^2$

$b$  = Luas sayatan b,  $m^2$

$h$  = Jarak antar sayatan, m

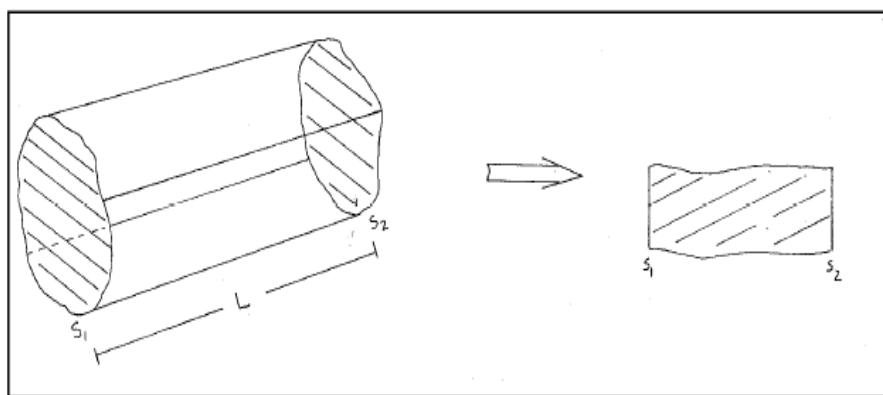
$\rho$  = Bobot isi batubara, ton/ $m^3$

### 3.3.3. Perhitungan Volume

Adapun rumus perhitungan volume yang digunakan adalah rumus luas ratarata (*mean area*) dan rumus kerucut terpancung (*frustum*).

#### a. Rumus Luas Rata-rata (*Mean Area*)

Rumus luas rata-rata (*mean area*) adalah rumus yang paling sederhana untuk perhitungan volume yang terletak di antara dua buah penampang yang sejajar. Sketsa perhitungan volume endapan dengan rumus *mean area* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 9. Sketsa Perhitungan Volume Endapan dengan Rumus *Mean Area*  
(Popoff, 1965 op cit Ajun, 2011)

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Keterangan :

$S_1, S_2$  = luas tiap-tiap penampang ( $m^2$ )

$L$  = jarak antar penampang satu dengan lainnya (m)

$V$  = volume cadangan ( $m^3$ )

Jika endapan yang telah dibagi dalam bentuk blok-blok dengan jarak setiap penampang sama, maka dapat dihitung dengan rumus :

$$V = \frac{(S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n)}{2} \times L \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

Keterangan :

$S_1, S_2, S_n$  = luas tiap-tiap penampang ( $m^2$ )

$L$  = jarak antar penampang satu dengan lainnya (m)

$V$  = volume cadangan ( $m^3$ )

Jika endapan yang telah dibagi dalam bentuk blok-blok dengan jarak setiap penampang tidak sama, maka dapat dihitung dengan rumus :

$$V = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \times L_1 + \frac{(S_2 + S_3)}{2} \times L_2 + \dots + \frac{(S_{n-1} + S_n)}{2} \times L_n \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

Keterangan :

$S_1, S_2, S_n$  = luas tiap-tiap penampang ( $m^2$ )

$L_1, L_2, L_n$  = jarak antar penampang satu dengan lainnya (m)

$V$  = volume cadangan ( $m^3$ )

(Ajun, 2011)

### 3.4. Nisbah Pengupasan (*Stripping Ratio*)

Nisbah pengupasan adalah perbandingan antara volume lapisan tanah penutup yang akan digali dengan jumlah tonase batubara yang akan diambil. Ini dilakukan untuk dapat menentukan pada elevasi berapakah nisbah pengupasan yang paling menguntungkan untuk ditambang dengan cara tambang terbuka. Nisbah pengupasan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan ekonomis tidaknya pengambilan suatu cadangan batubara. Semakin besar nisbah pengupasannya, berarti semakin banyak *overburden* yang harus digali untuk mengambil endapan batubara. Semakin kecil nisbah pengupasannya, semakin sedikit *overburden* yang harus digali. Di tambang batubara sering dipakai m<sup>3</sup> waste/ton batubara.

$$\text{Stripping Ratio} = \frac{\text{Tanah Penutup (m}^3\text{)}}{\text{Batubara (ton)}}$$

#### a) *Stripping Ratio by Volume*

*Stripping Ratio by volume* adalah perbandingan antar volume tanah penutup atau *overburden* yang akan digali (m<sup>3</sup>) dengan jumlah volume batubara yang akan diambil (ton) dijadikan dalam m<sup>3</sup>.

$$\text{Stripping Ratio by Volume} = \frac{\text{overburden, m}^3}{\text{Batubara, m}^3}$$

Batubara dalam (ton) dikonversikan menjadi m<sup>3</sup> yaitu membagi berat batubara dengan densitas batubara, sehingga volume batubara menjadi m<sup>3</sup>.

#### b) *Stripping Ratio by Area*

*Stripping Ratio by area* adalah perbandingan antara luasan lapisan tanah penutup ( $m^2$ ) dengan luasan batubara ( $m^2$ ) pada suatu sayatan.

$$\text{Stripping Ratio by Area} = \frac{\text{overburden, } m^2}{\text{batubara, } m^2}$$

Dari *Stripping Ratio by volume* perbandingan *overburden* dan batubara dalam  $m^3$  dibagi dengan jarak antar sayatan, sehingga menjadi perbandingan luas yaitu dalam  $m^2$ , (Ajun, 2011).

## **IV. METODE PENELITIAN**

### **4.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

#### **4.1.1. Waktu Penelitian**

Waktu pengambilan data pada penelitian ini dilaksanakan mulai 15 Agustus s/d 5 Oktober 2011.

#### **4.1.2. Tempat Penelitian**

Lokasi Pengambilan data dilaksanakan dilingkungan Tambang PT. Bukit Asam (Persero, Tbk) Sumatera Selatan, yaitu di Kantor Eksplorasi Rinci bagian Geologi Kab. Lahat, Sumatera Selatan dan dilanjutkan pengolahan data di laboratorium Geofisika, Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.

### **4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian**

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini :

#### **4.2.1. Bahan**

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengolahan data, antaralain:

- a. Data Pemboran yang berjumlah 76 titik bor
- b. Data Logging yang berjumlah 7 buah sumur
- c. Peta Topografi

- d. Peta Geologi Regional daerah penelitian

#### **4.2.2. Peralatan**

Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengolahan data, antara lain:

- a. Seperngkat peralatan pengeboran dan *logging* (*Tool Gamma Ray* dan *Density*, *Tripod* ( kaki tiga ), Cairan radio aktif *Cesium 137* untuk melakukan *density log*, *Winch System* yang berguna untuk menarik kabel *sounding* sekaligus digunakan sebagai meteran, Laptop dan *software RescalOG, DDL, Genset, Surveymeter*, dan kamera digital).
- b. Satu unit personal Komputer dengan sistem operasi *Windows XP*.
- c. Program *Photoshop CS4* untuk pembuatan penampang litilogi dan profil pengolahan korelasi struktur.
- d. Program *Software Geologi “minescape* untuk pembuatan penampang litilogi 2D.
- e. Program *Rockwork15* untuk pembuatan penampang litilogi 3D dan perhitungan sumberdaya batubara secara 3D.
- f. Program *Autocad 2007*, berfungsi untuk membuka peta topografi dan sekaligus peta penampang sayatan dari lokasi titik bor serta perhitungan sumberdaya batubara secara 2D.
- g. Program *Microsoft Office* yaitu *Microsoft Excel* berfungsi untuk pembuatan kolom table dan mempermudah dalam perhitungan, *Microsoft Word* dan *Microsoft Power Point* berfungsi untuk pembuatan draf laporan dan presentasi.

## **4.3. Prosedur Kerja**

### **4.3.1. Pengumpulan data**

Hal yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data. Dalam tahap ini dikumpulkan semua data yang akan digunakan dalam penelitian, data-data tersebut meliputi :

#### **1. Data Primer**

Data primer meliputi data inti dari penyusunan tugas akhir ini, seperti peta lokasi titik bor yang memuat koordinat dan elevasi dari titik bor, lembar diskripsi litologi setiap titik pemboran, data logging (*log densitas* dan *log Gamma Ray*) yang diambil dari 7 buah titik bor yang terdapat pada lokasi penelitian, dan peta topografi daerah penelitian (skala grafis) dalam bentuk *Autocad*.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder ini merupakan data penunjang untuk kelengkapan analisis dalam penyusunan tugas akhir yang seperti data geologi daerah penelitian yang meliputi data stratigrafi daerah penelitian digunakan sebagai referensi dalam penelitian dan peta administrasi Sumatra Selatan. Secara umum telah dideskripsikan pada Bab II.

### **4.3.2. Pengolahan Data**

Pengolahan data ini meliputi pengolahan dan analisis data pemboran dan data logging yang didapatkan dari daerah penelitian. Pengolahan

data ini dibantu dengan beberapa Program Sofware untuk mendukung kelancaran dalam penelitian ini.

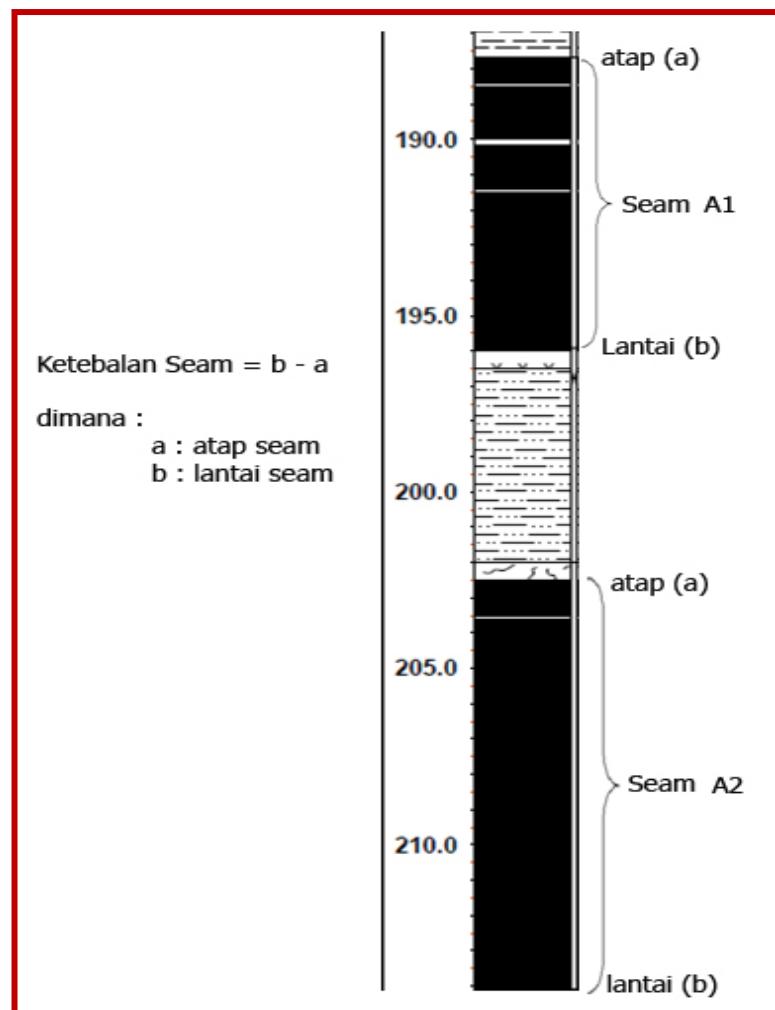
Selanjutnya dalam perhitungan sumberdaya batubara pada penyusunan tugas akhir ini menggunakan 2 metode yaitu metode kualitatif (yang meliputi Penentuan lapisan, pembuatan peta peyebaran lapisan batubara dan penampang korelasi) dan metode kuantitatif (perhitungan sumberdaya batubara dengan metode penampang). Adapun tahapan perhitungannya sebagai berikut :

#### **4.3.2.1. Penentuan Lapisan Batubara dan Ketebalan Lapisan Batubara**

Ketebalan lapisan batubara adalah jarak terpendek antara atap dan lantai lapisan batubara yang di ukur pada singkapan (*Surface Outcrop*), lubang bor (*Bore Hole*), dan pengamatan pada tambang dalam aktif (*Working Underground Mining*). Lapisan batubara seringkali, meskipun tidak selalu, terdiri atas sub-lapisan atau lapisan mejemuk yang dihasilkan oleh terbelahnya lapisan atau penggabungan lapisan. Sub lapisan ini mempunyai karakteristik masing-masing yang kadang-kadang dipisahkan oleh lapisan pengotor (*Clayband*) dengan ketebalan yang bervariasi, (Anonim, 1999 op.cit. Sumasari, 2010).

Proses ini di mulai dari hasil pendeskripsi tiap titik bor yang telah dilakukan dari pemboran dan logging. Setelah itu baru dilakukan proses penentuan lapisan batubara yang memiliki faktor-faktor kesamaan seperti kesamaan ketebalan, karakteristik lapisan dan kesamaan jenis litologi. Jika lapisan batubara tersebut memiliki

karakteristik yang sama yang seperti disebutkan tadi, maka dapat diinterpretasikan bahwa batubara tersebut adalah lapisan yang sama. Selanjunya jika sudah diketahui lapisan batubara (*seam*) langkah selanjutnya yaitu penentuan ketebalan Lapisan Batubara. Ketebalan lapisan batubara adalah jarak terpendek antara atap dan lantai lapisan batubara seperti Gambar 10, dibawah ini :



Gambar 10. Penentuan ketebalan lapisan Batubara

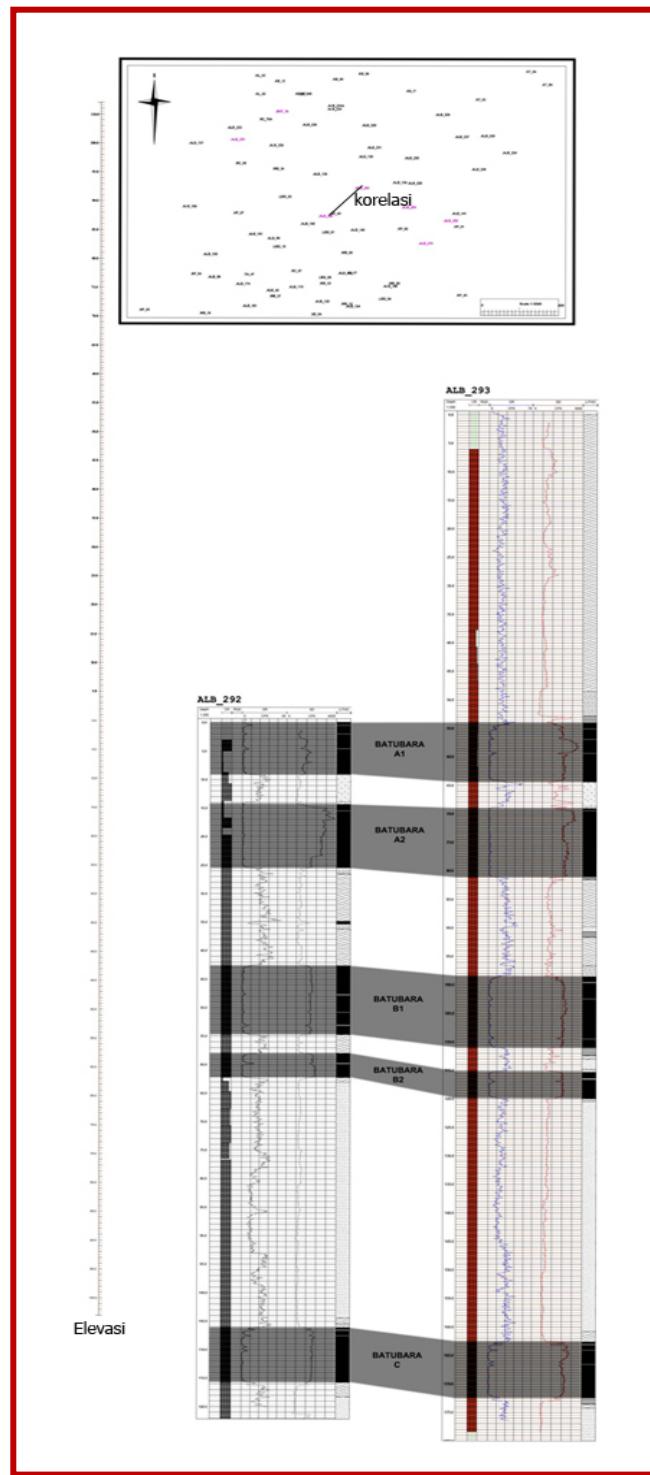
#### 4.3.2.2. Pembuatan Profil Lapisan Batubara

Pembuatan profil penampang lapisan batubara ini meliputi pembuatan profil penampang korelasi struktur dengan menggunakan Program *Photoshop CS4*, pembuatan profil penampang sayatan (model 2D) menggunakan program *Minescape* dan pembuatan profil penampang batubara (3D) menggunakan program *Rockwork15*. Berikut penjelasan lebih lanjut :

#### **4.3.2.2.1. Pembuatan Profil Penampang Korelasi Struktur**

Korelasi adalah operasi dimana satu titik dalam penampang stratigrafi disambungkan dengan titik pada penampang yang lain, dengan pengertian bahwa titik-titik tersebut terdapat dalam bidang perlapisan yang sama, (Kosoemadinata, 1994 op.cit. Sumasari, 2010).

Pada proses pembuatan penampang korelasi ini dibuat dengan cara mengambil *crossline* pada profil peta topografi pesebaran titik bor yang mana titik bor tersebut telah diketahui litologinya. Kemudian titik bor yang telah didapatkan diletakkan sesuai pada jarak dan elevasinya masing-masing. Penampang korelasi struktur ini di buat dengan bantuan Program *Photoshop CS4*. Seperti Gambar 11, di bawah ini :



Gambar 11. Profil Penampang Korelasi Struktur

#### **4.3.2.2. Pembuatan Profil Penampang dan perhitungan sumberdaya batubara secara 2D dan 3D**

##### **a. Perhitungan sumberdaya Batubara 2D dengan Program *Minescape*.**

###### **➤ Pengeplotan Data Titik Bor**

Dari data eksplorasi yang dilakukan pada daerah konsesi yang mempunyai luasan sebesar  $\pm 185$  Ha, terdapat 76 titik bor yang nantinya titik – titik dari bor tersebut akan dihubungkan dengan garis yang dibuat dengan menyesuaikan arah *strike* dari endapan batubara tersebut. (Gambar 12).

###### **➤ Pembuatan garis sayatan**

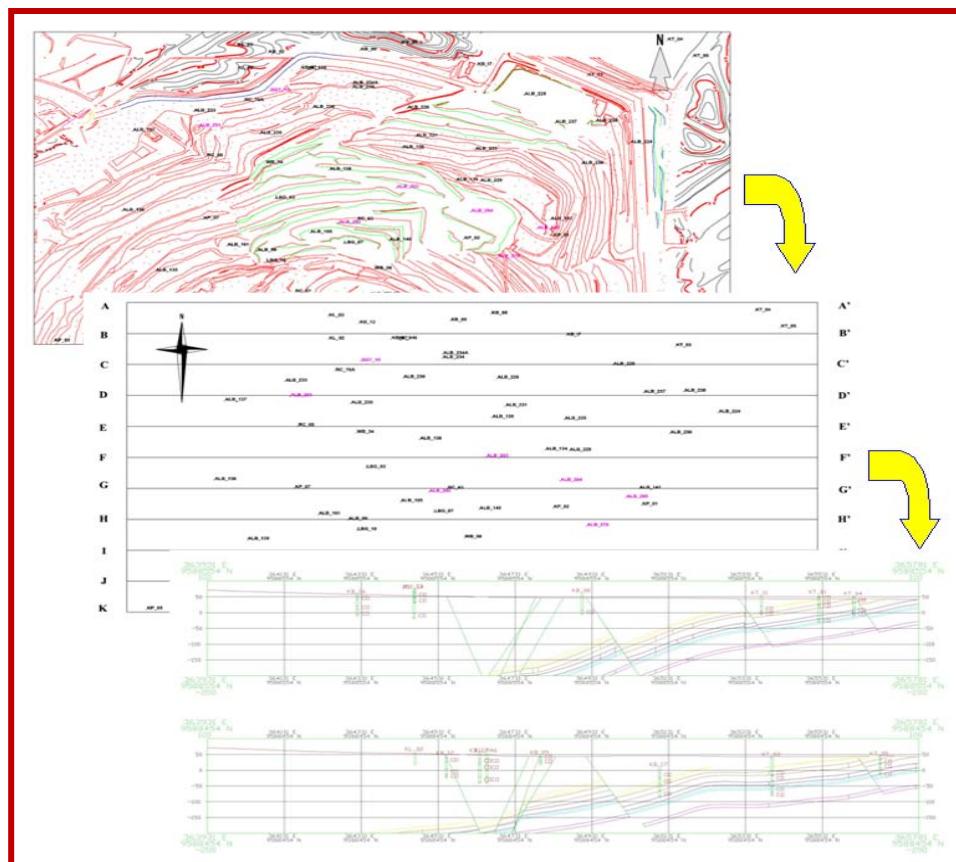
Pembuatan garis sayatan pada peta topografi harus tegak lurus dengan arah umum *strike* dari endapan batubara di daerah penelitian. Garis sayatan yang dibuat di daerah penelitian, terdapat 11 sayatan dengan jarak antar sayatan adalah  $\pm 100$  meter pada titik bor pada batas daerah konsensi (lihat Gambar 12).

###### **➤ Perhitungan Sumberdaya**

Metode ini dapat diterapkan pada perhitungan *Cross Section*. Dalam perhitungannya sayatan satu dengan sayatan lain dihubungkan secara langsung, sehingga perhitungannya dibatasi oleh dua sayatan. Pada metode ini dilakukan dengan cara membuat garis sayatan yang disesuaikan dengan panjangnya garis *seam*. Tahapan yang dilakukan pada perhitungan sumberdaya dengan metode Standar adalah sebagai berikut:

1. Membuat garis *base line*, yaitu berdasarkan arah umum (*strike*) dari endapan batubara.

2. Membuat garis sayatan pada peta topografi dengan jarak antar sayatan  $\leq$  125 meter dengan arah tegak lurus arah umum dari seam batubara.
3. Penggambaran sayatan tegak dari garis sayatan yang dilakukan dengan program Geologi *Minescape*.
4. Membuat lapisan batubara pada sayatan tegak dengan kemiringan (*dip*) yang disesuaikan dari masing – masing lapisan batubara.
6. Menghitung luas dari masing – masing sayatan yang meliputi luasan dari batubara yang dilakukan dengan bantuan program *AutoCAD 2007*.
7. Menghitung volume dari tiap blok sayatan yaitu volume batubara.
8. Menghitung tonase batubara dengan cara mengalikan volume batubara dengan densitas batubara sebesar 1,3 ton/m<sup>3</sup>.



Gambar 12. Kontruksi Penampang Sayatan 2D dengan menggunakan Program *Minescape* yang di konversikan kedalam Program *Autocad 2007*

## **b. Perhitungan sumberdaya Batubara 3D dengan Program *Rorkwork15***

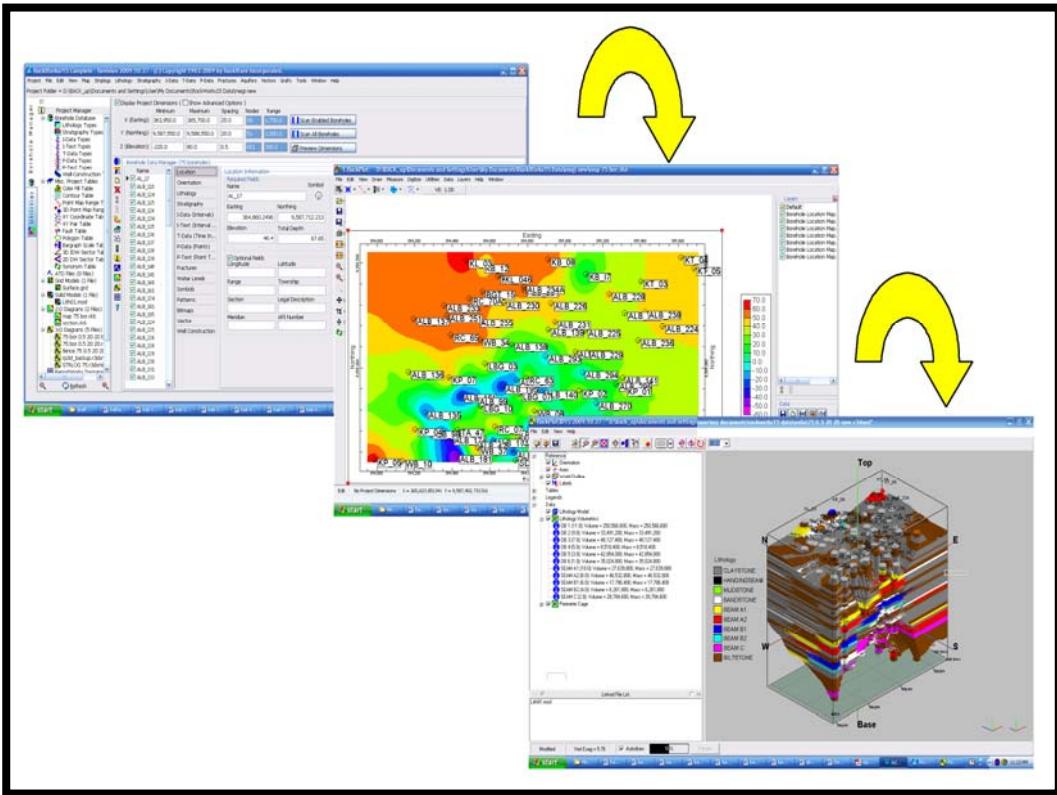
### ➤ Penginputan Data Titik Bor

Dari data eksplorasi yang dilakukan pada daerah konsesi yang mempunyai luasan sebesar  $\pm 185$  Ha, terdapat 75 titik bor yang nantinya titik – titik dari bor tersebut akan diproses lebih lanjut. Dalam Proses pengolahan data spasi yang digunakan adalah X (*Easting*) = 20, Y (*Northing*) = 20, dan Z (*Elevation*) = 0,5 yang disesuaikan dengan kapasitas PC Komputer.

### ➤ Perhitungan Sumberdaya

Tahapan yang dilakukan pada perhitungan sumberdaya adalah sebagai berikut:

1. Membuat Peta sebaran dengan data yang digunakan adalah koordinat dan elevasi dari titik-titik bor tersebut.
2. Memproses data yang telah di input yakni data litologi dari 75 titik bor dan membuat model 3D. Dimana secara otomatis nilai volume dari batubara dan *overburden* akan keluar dari program tersebut bersamaan dengan hasil model 3D-nya.
3. Menghitung volume dari batubara dan *overburden*.
4. Selanjutnya menghitung *Stripping Ratio* dari hasil volume batubara dan *overburden* dengan bantuan Program *Microsoft Office* yaitu *Microsoft Excel*



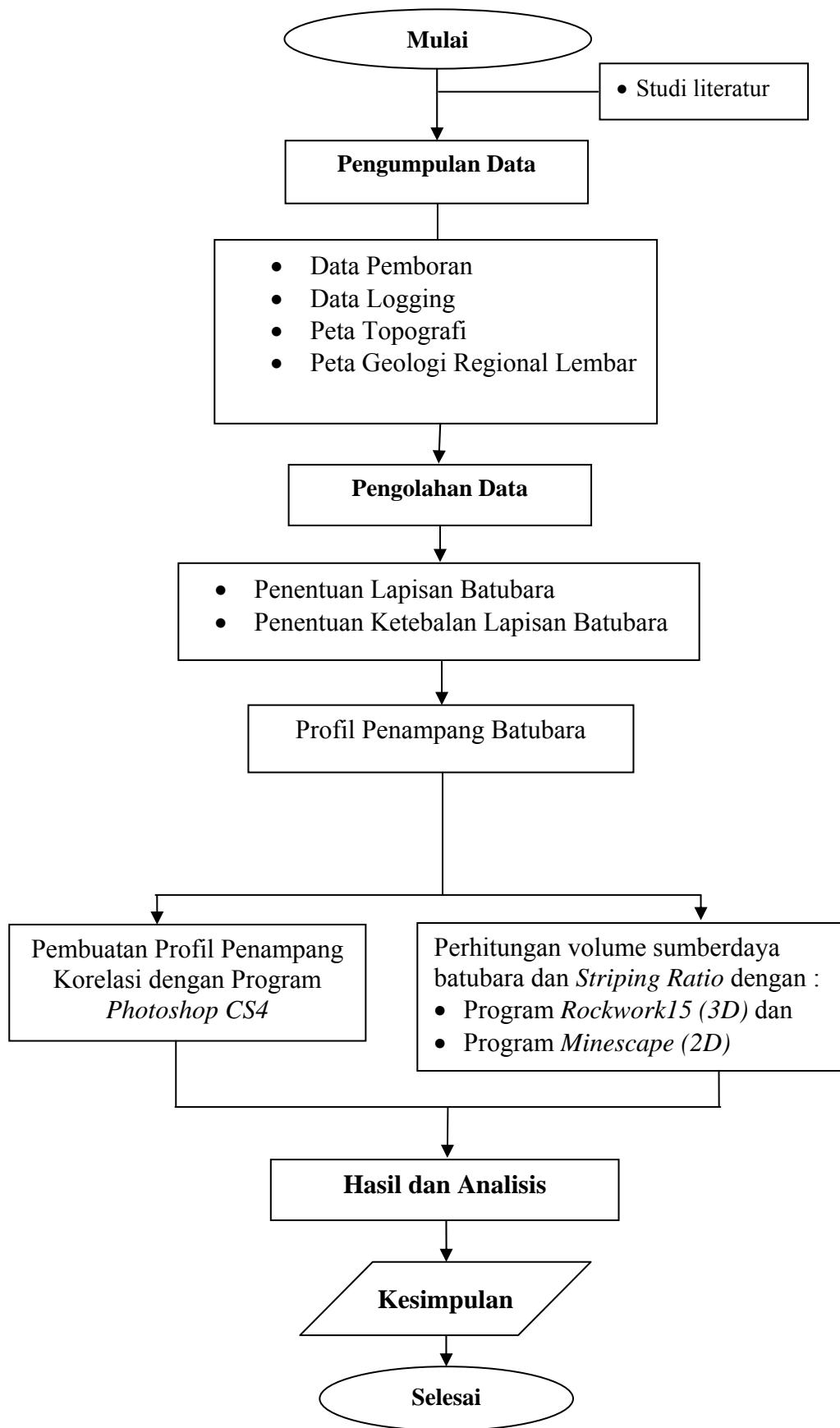
Gambar 13. Kontruksi Penampang 3D dengan menggunakan Program *Rockwork15*

#### 4.3.3. Penyajian Data

Ini merupakan tahapan paling akhir, disini akan disajikan hasil dari pengolahan dan analisis data yaitu Profil Penampang korelasi struktur, Peta penyebaran lapisan batubara dalam bentuk 2D dan 3D, Volume sumberdaya dalam Tonase.

#### 4.4. Diagram Alir

Tahapan penelitian ini meliputi tahap persiapan dan pengumpulan data, tahap pemrosesan data dan tahap interpretasi sehingga akhirnya didapatkan kesimpulan. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Diagram Alir Metode Penelitian

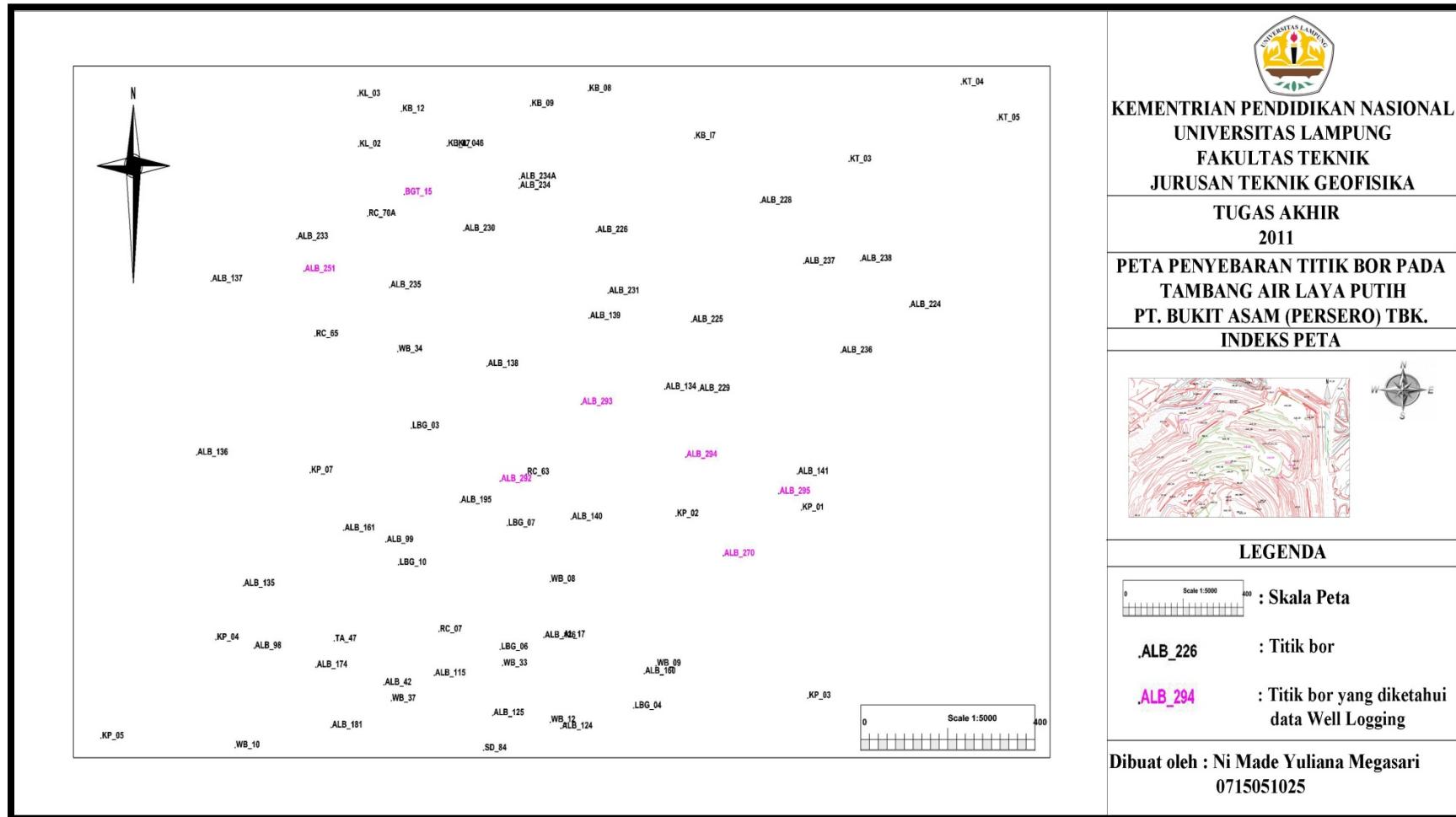
## **BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **5.1. Hasil dan Pembahasan**

#### **5.1.1. Penentuan Lapisan Batubara dan Korelasi Antar Titik Bor**

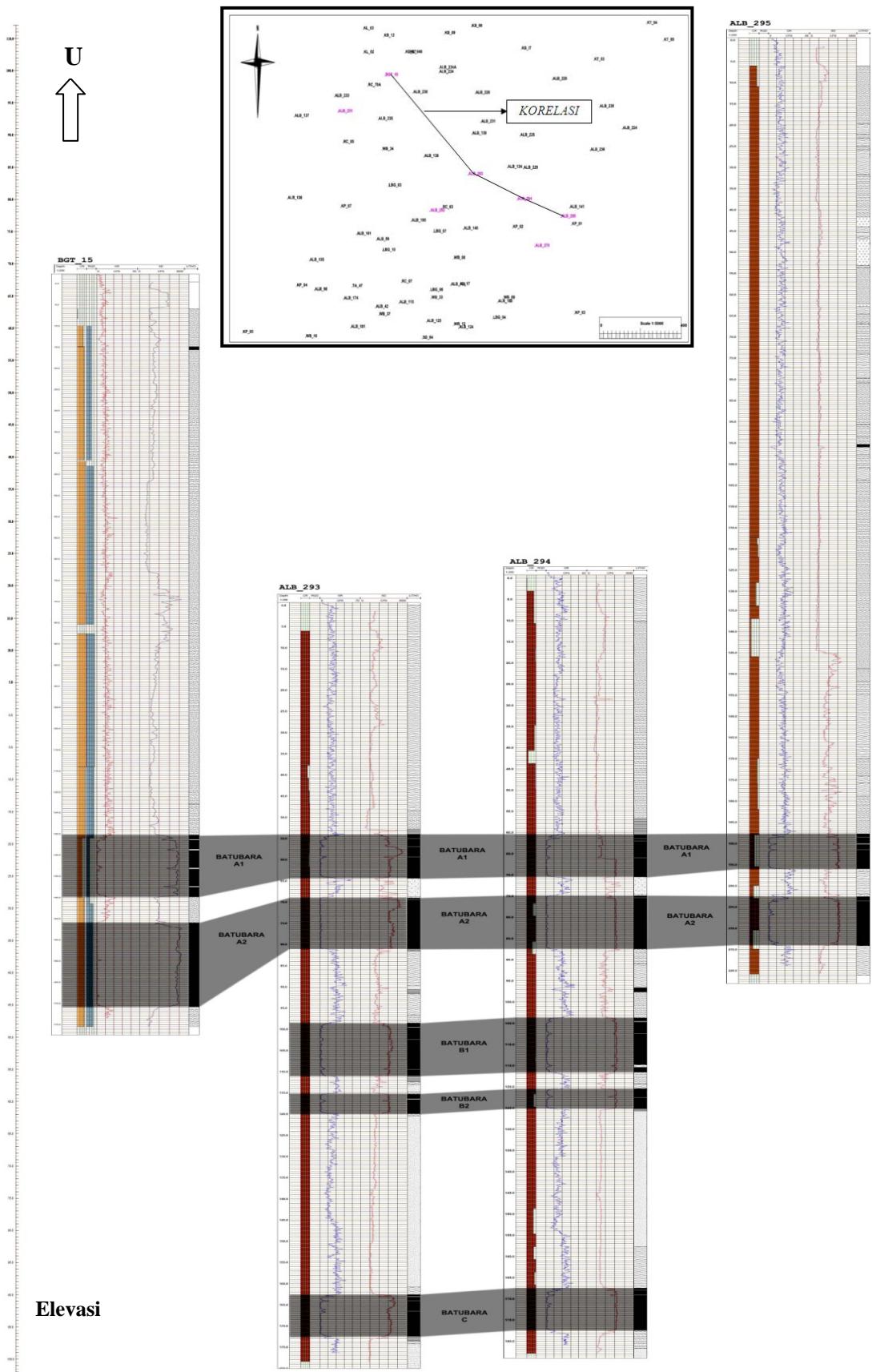
Dalam penentuan lapisan batubara di setiap titik bor tidak semuanya lapisan batubara muncul, hal ini dikarenakan beberapa faktor seperti lapisan yang tererosi dengan lapisan lain diatasnya dan pengeborannya ditentukan batas kedalamannya. Penentuan batas atas dan batas bawah serta ketebalan didasarkan dari hasil data coring yaitu menyesuaikan dengan data *real* dilapangan. Ketebalan batubara yang dihitung adalah ketebalan bersih dimana hanya dihitung batubaranya saja. Untuk hasil dari penetuan ketebalan *seam* dapat di lihat dilampiran Tabel 2. Lapisan utama batubara.

Selanjutnya adalah korelasi antar titik bor yang menggunakan 7 buah data *logging* yang tersedia. Berikut disajikan Gambar 15 Pengambilan titik bor yang dijadikan sebagai korelasi dan hasil dari korelasi antar titik yaitu pada Gambar 16, 17, 28, 19, dan 20.

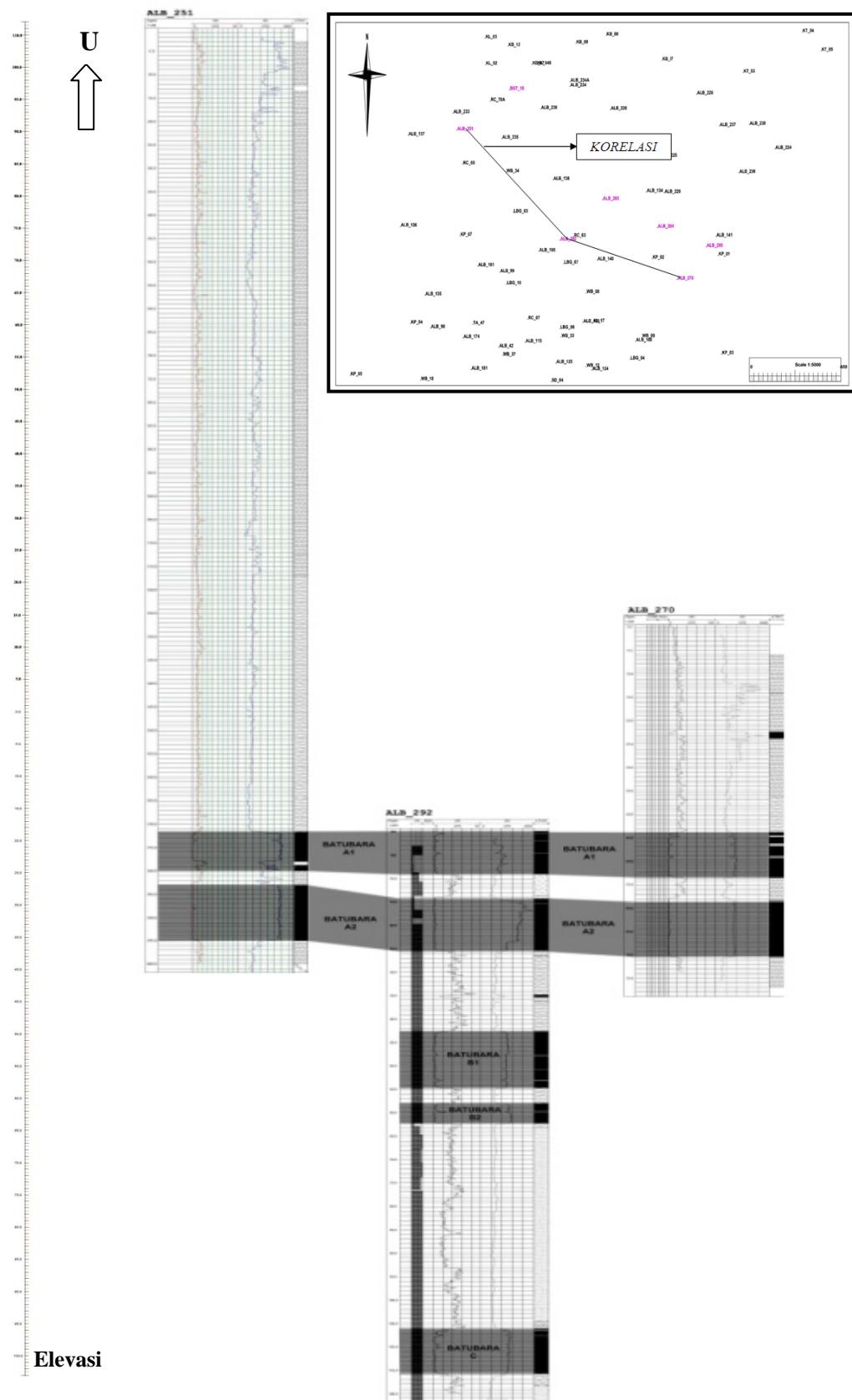


Gambar 15. Peta sebaran titik pemboran Tambang Air Laya Putih yang dijadikan sebagai korelasi

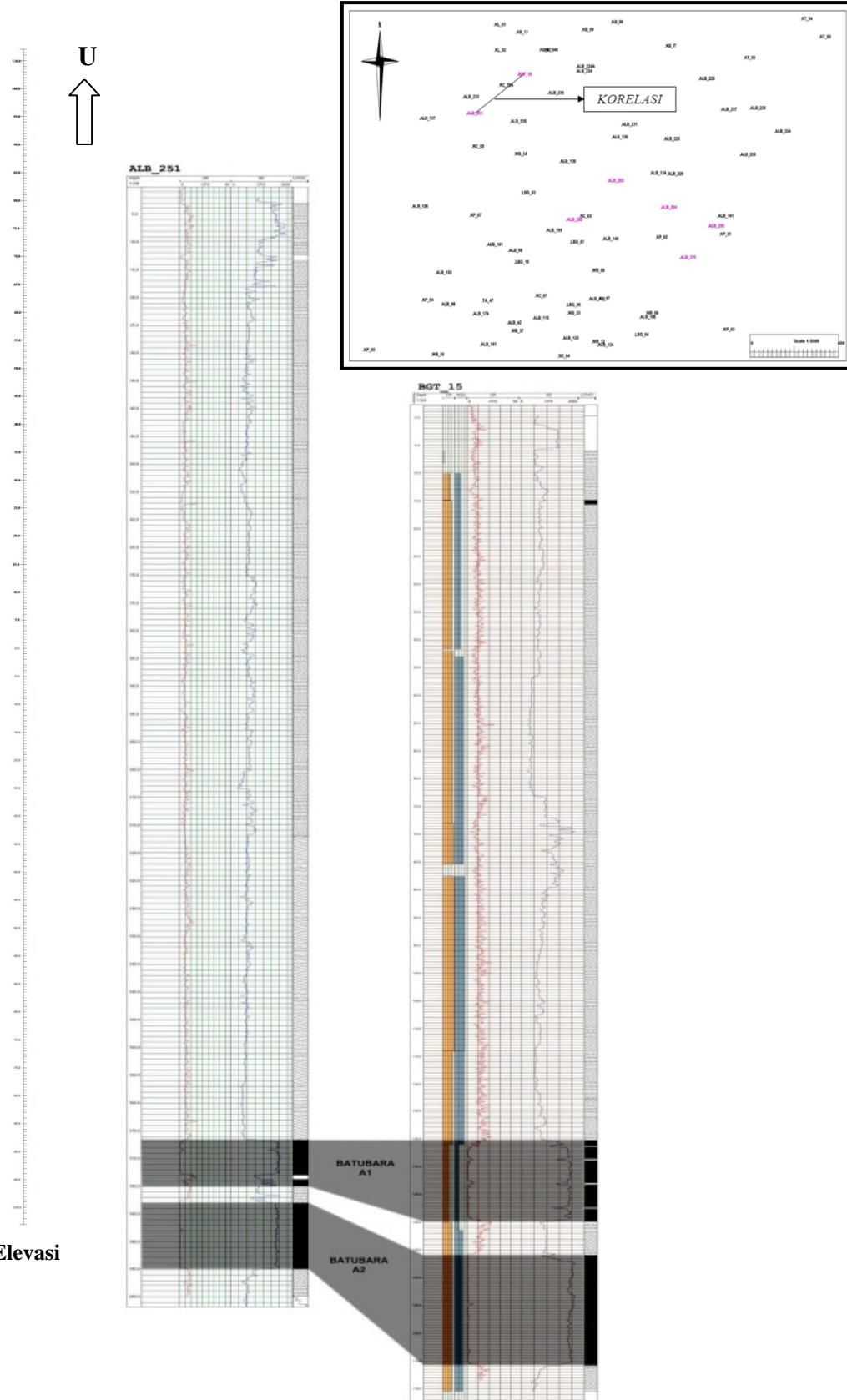
Dari hasil pendiskripsiannya semua seam tersebut hampir merata pada daerah penelitian ini dan pesebaran tersebut dapat dilihat pada Tabel 2, yang terdapat pada lampiran. Sehingga dari hasil korelasi dapat diketahui bahwa secara keseluruhan untuk daerah penelitian ini kemiringan lapisan batubara ke arah utara, dengan kemiringan relatif landai. Hal ini juga diperkuat dengan hasil pemodelan 2D dengan menggunakan software minescape (Untuk Gambar dapat dilihat di lampiran Gambar 28, 29, 30, 31, dan 32), dimana dari hasil pemodelan tersebut sesuai dengan arah *strike*-nya (secara umum kearah utara dengan dip secara keseluruhan untuk semua seam adalah  $>25^0$  ) dan juga dapat dilihat dari hasil pemodelan 3D dengan software rockwok (untuk Gambar dapat dilihat di lampiran Gambar 33, 34 dan 35), dimana dari hasil pemodelan tersebut terdapat penuruan lapisan batubara.



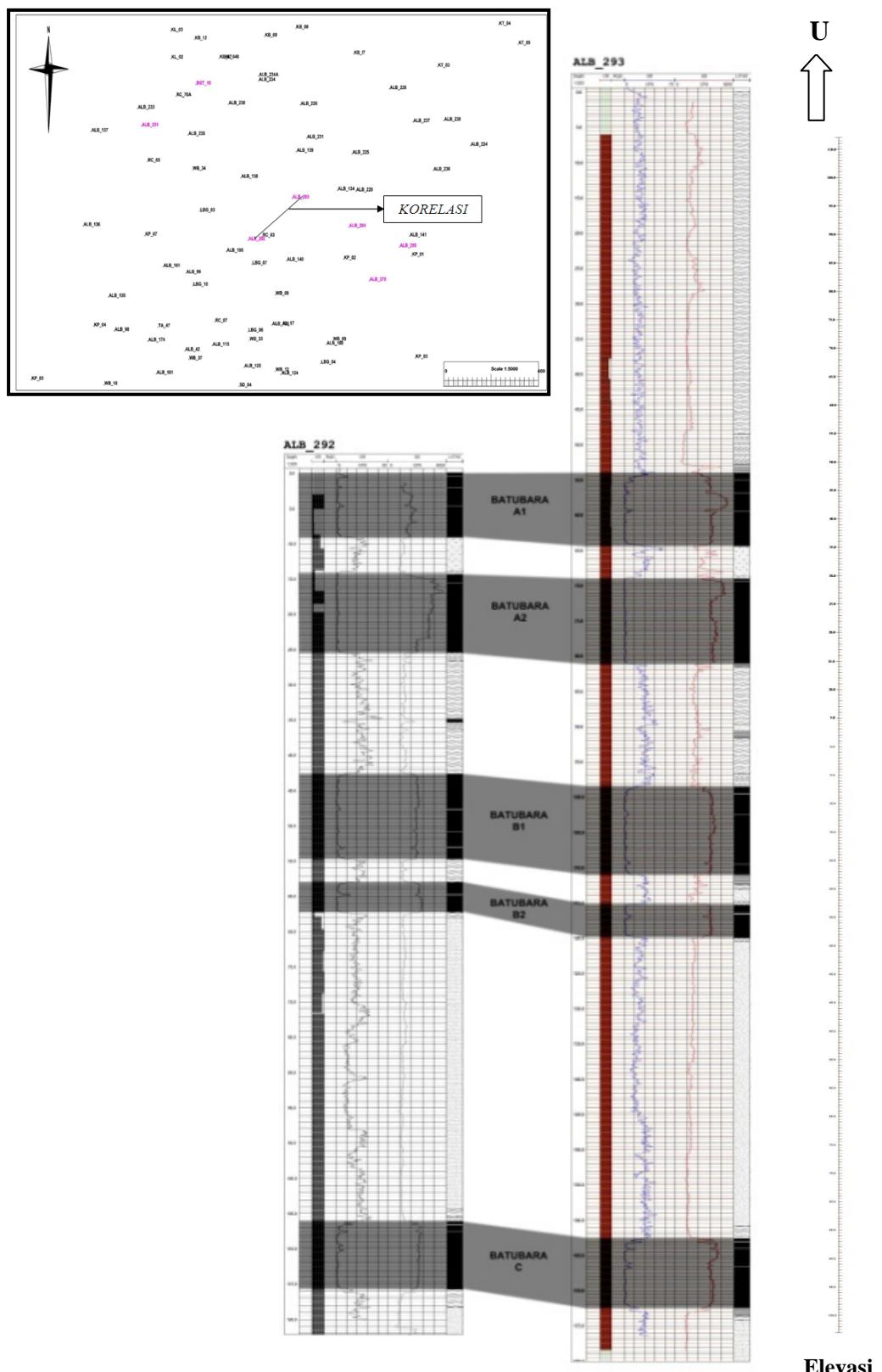
Gambar 16. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk BGT 15, ALB 293, ALB 294, dan ALB 295.



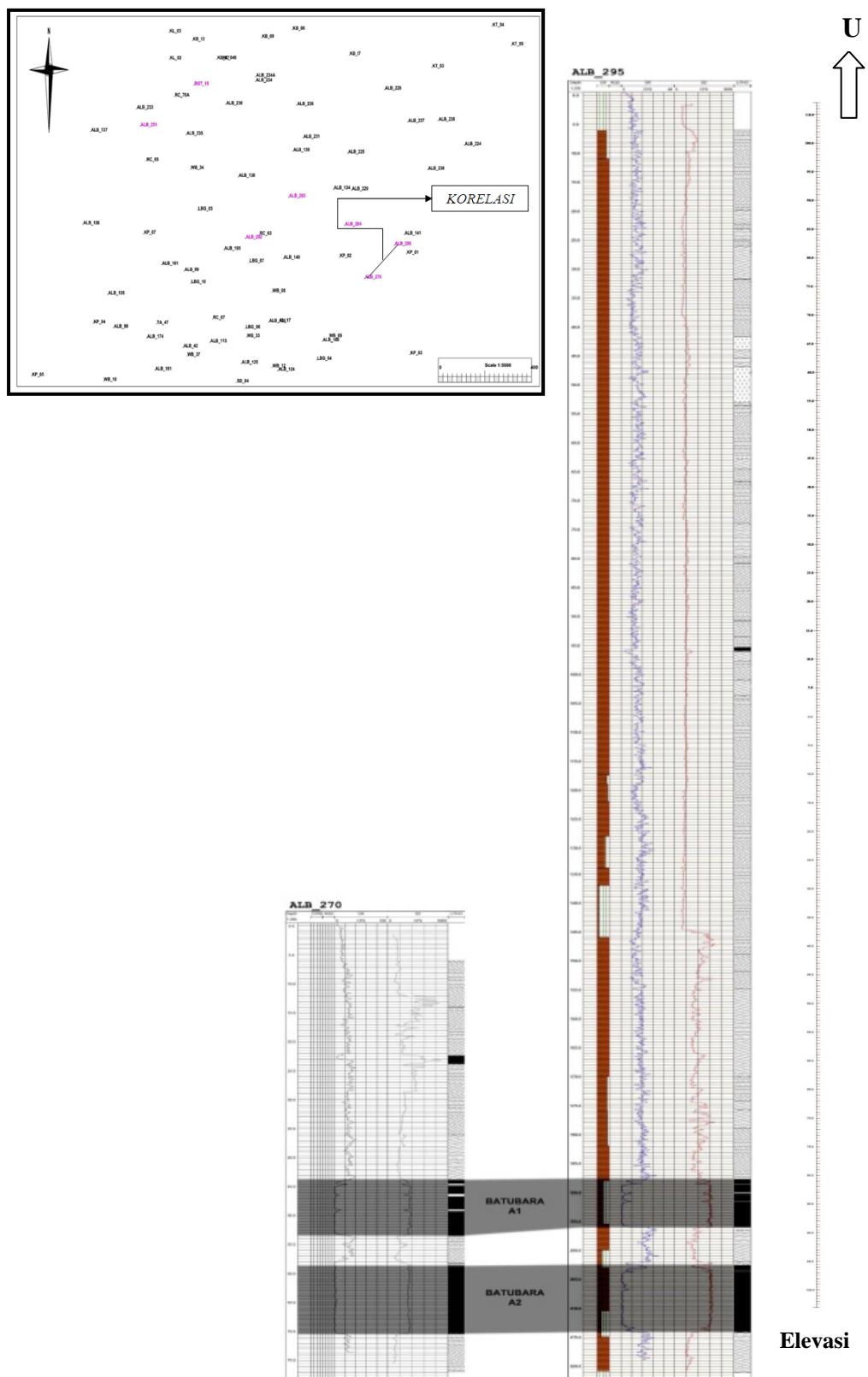
Gambar 17. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor untuk ALB 251, ALB 292, dan ALB 270.



Gambar 18. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk BGT\_15 dan ALB\_251

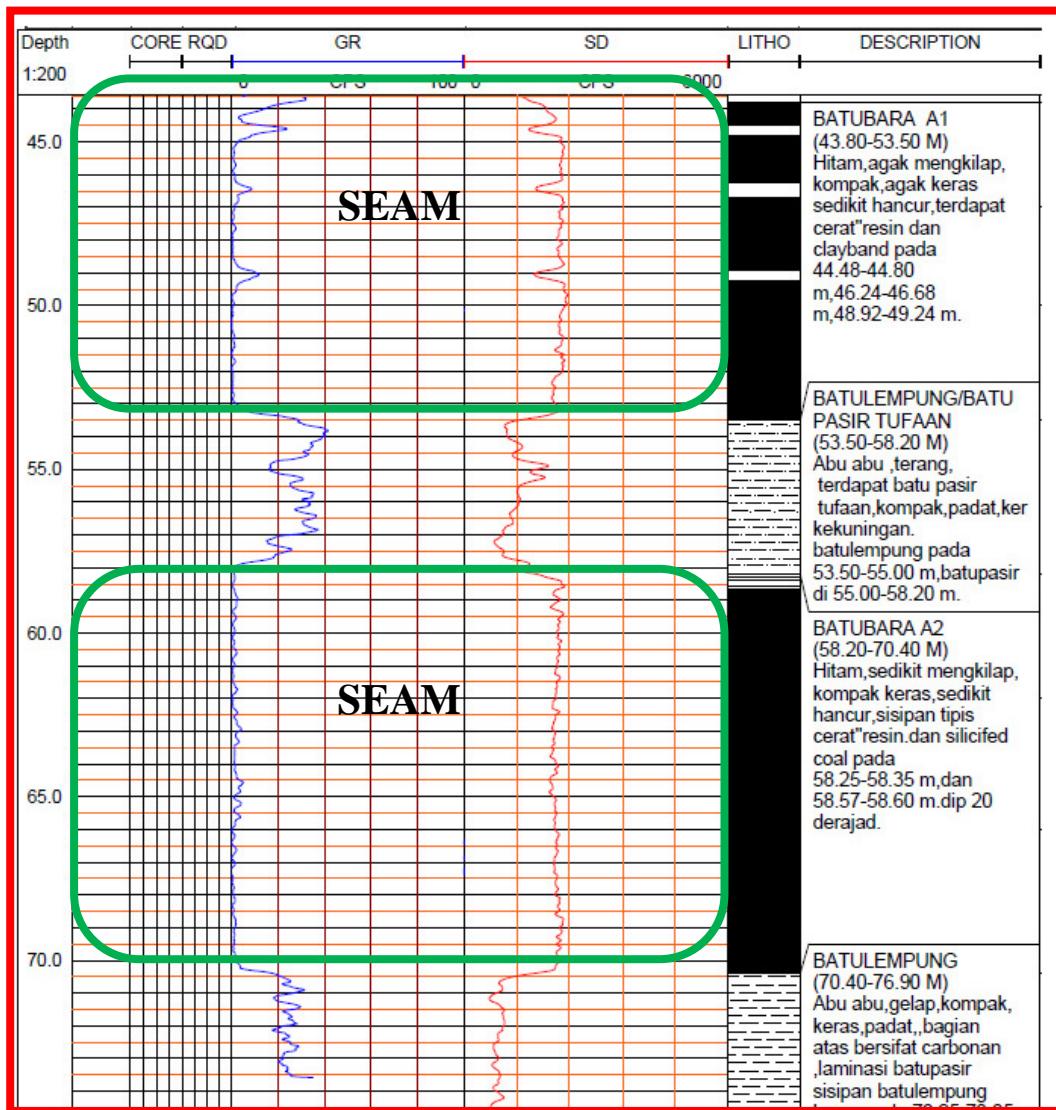


Gambar 19. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk ALB 292 dan ALB 293



Gambar 20. Peta Penampang Struktur korelasi antar titik bor, untuk ALB 270 dan ALB 295

### 5.1.2. Karakteristik lapisan Batubara



Gambar 21. Pengambilan Kick Lapisan Batubara pada software wellcad.

Pada gambar 23. terlihat pembacaan data logging dari alat yaitu untuk nilai *Log Gamma Ray* mengalami penurunan yang signifikan sebaliknya nilai *log densitynya* mengalami kenaikan. Dimana untuk menentukan kalori batubara tersebut juga dapat diliat dari nilai *Log Gamma Ray* dan nilai *log densitynya*

yaitu semakin rendah nilai *Log Gammap Ray* pada batubara maka kalori batubara makan akan semakin bagus, dan semakin besar pula nilai *log densitynya* pada batubara maka nilai kalori dari batubara tersebut semakin bagus serta ketebalan dari batubara yang tipis juga semakin bagus. Hal ini disebabkan karena sifat dari pewabahan zat radioaktif batuan tersebut. Berikut adalah tabel 3, nilai kalori tiap *seam* :

Tabel 3. Nilai kalori dari hasil uji laboratorium tiap seam di TAL Putih

No.	Lapisan Batubara	Nilai Kalori
1	A1	5617 – 6349 kcal/kg
2	A2	5750 – 6125 kcal/kg
3	B1	6800 – 7600 kcal/kg
4	B2	7325 – 8165 kcal/kg
5	C	7281 – 8541 kcal/kg

Sumber : PT. Bukit Asam (Persero, Tbk)

Dalam penentuan *Seam*, data log di akurasikan dengan data coring untuk membedakan jenis tiap *Seam*-nya. Dari data yang sudah diolah didapatkan interpretasi lapisan batubara pada titik-titik bor tersebut. Berikut adalah deskripsi setiap titik bor :

- **Titik Bor Seri ALB\_251**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 201,84 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1** dan **A2**.

➤ ***Overburden lapisan Batubara A1***

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 merupakan perulangan antara batulempung, *hanging seam* dan dengan sisipan tipis batulempung lanauan.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 171,00 – 177,40 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 6,40 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 8 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.390 – 2.400 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor ALB\_251 adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih.

➤ **Interburden lapisan Batubara A1 dan A2**

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 181,60 – 194,00 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,40 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 11 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.385 – 2.503 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih.

• **Titik Bor Seri ALB\_270**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 75,58 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1**, dan **A2**.

➤ **Overburden lapisan Batubara A1**

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 merupakan perulangan antara batulempung, *hanging seam* dan dengan sisipan tipis batulempung lanauan.

### ➤ Lapisan A1

Pada titik bor seri ALB\_270 terdapat 2 tipe lapisan batubara, yaitu; Lapisan A1 terletak pada kedalaman 43,80 – 53,50 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,70 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 10 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.237 – 2.346 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor ALB\_270 adalah hitam, agak mengkilap, kompak, agak keras sedikit hancur, terdapat serat “resin” dan *clayband* pada kedalaman 44,48 - 44,80 m, 46,24 - 46,68 m, dan 48,92 - 49,24 m.

### ➤ *Interburden* lapisan Batubara A1 dan A2

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung / batuan pasir tufaan.

### ➤ Lapisan A2

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 58,20 – 70,40 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,20 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 4 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.379 – 2.349 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah Hitam, sedikit mengkilap, kompak keras, sedikit hancur, sisipan tipis serat-serat resin dan *silicified coal* pada kedalaman 58,25 – 58,35 m dan 58,57 – 58,60 m dengan dip 20 derajad.

- **Titik Bor Seri ALB\_292**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 122,12 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1, A2, B1, B2, dan C**.

### ➤ *Overburden* lapisan Batubara A1

Tidak ada Karakteristik batuan yang dapat ditemui sebelum Batubara A1.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 0 – 9,10 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,1 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 1 - 10 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.234 – 1.895 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor TG\_121 adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 0,40 – 0,50 m (Dengan nilai *log gamma ray* 9 - 19 CPS), 1,90 – 2,00 m, 4,50 – 4,55 m. CR = 89 %.

➤ **Interburden lapisan Batubara A1 dan A2**

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batuempung tufaan.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 13,85 – 25,45 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 11,60 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 13 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.556 – 3.783 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat - agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 15,40 – 15,50 m dan CR = 84 %.

➤ **Interburden lapisan Batubara A1 dan B1**

Batuan yang dijumpai adalah batuempung, batulanau, dan *suban marker*.

➤ **Lapisan B1**

Lapisan B1 terletak pada kedalaman 42,60 – 54,70 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,10 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 12 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.577 – 2.096 CPS. Karakteristik lapisan B1 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 47,65 – 47,75 m, 50,75 – 50,85 m, 53,00 – 53,15 m. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B1 dan B2***

Batuan yang dijumpai adalah batulanau.

➤ **Lapisan B2**

Lapisan B2 terletak pada kedalaman 58,00 – 62,25 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 4,25 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 13 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.509 – 2.353 CPS. Karakteristik lapisan B2 pada titik bor ini adalah hitam kusam, kompak, padat-keras, terdapat 1 sisipan *clayband* pada kedalaman 59,70 – 59,80 meter. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B2 dan C***

Batuan yang dijumpai adalah batupasir dan batulanau.

➤ **Lapisan C**

Lapisan C terletak pada kedalaman 106,10 – 115,70 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,60 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 9 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.509 – 2.292 CPS. Karakteristik lapisan C pada titik bor ini adalah hitam, kompak, padat-agak hancur,

menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 106,50 – 106,60 m,. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

- **Titik Bor Seri ALB\_293**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 178,36 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1**, **A2**, **B1**, **B2**, dan **C**.

➤ **Overburden lapisan Batubara A1**

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 merupakan perulangan antara batulempung, *hanging seam* dan dengan sisipan tipis batulempung lanauan.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 54,00 – 64,35 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 10,35 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 – 15 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.059 – 2.292 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor ALB\_293 adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat 3 (tiga) *clayband* pada kedalaman 55,00 - 55,10 m, 56,85 - 56,90 m, dan 59,30 – 59,40 m. Lose core : 58.00 - 58.20 m, 59.80 - 60.00 m, 60.90 - 61.00. CR = 95%.

➤ **Interburden lapisan Batubara A2 dan B1**

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung / batuan pasir tufaan.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 68,70 – 81,00 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,30 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 14 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.344 – 2.553 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 69,00 - 69,10 meter. CR = 100 % ini didapat dari conto batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B1 dan B2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung / batuan pasir tufaan.

➤ **Lapisan B1**

Lapisan B1 terletak pada kedalaman 98,50 – 111,00 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,50 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 12 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.334 – 2.766 CPS. Karakteristik lapisan B1 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 99,50 – 99,60 m 102,40 - 102,50 m, dan 109,40 - 109,50 m. Serta memiliki dip = 15 derajad. CR = 100 % ini didapat dari conto batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B1 dan B2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung / batuan pasir tufaan.

➤ **Lapisan B2**

Lapisan B2 terletak pada kedalaman 115,25 – 119,95 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 4,70 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 10 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.347 – 2.943 CPS. Karakteristik lapisan B2 pada titik bor ini adalah hitam kusam, kompak, padat-keras, terdapat 1 sisipan *clayband* pada kedalaman 116,40 - 116,50 m. CR = 100 % ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B2 dan C***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung / batuan pasir tufaan.

➤ **Lapisan C**

Lapisan C terletak pada kedalaman 162,55 – 172,40 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,85 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 11 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.210 – 2.240 CPS. Karakteristik lapisan C pada titik bor ini adalah hitam, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat 3 (tiga) *clayband* pada kedalaman 163,00 - 163,10 m, 164,00 - 164,10 m, dan 166,50 - 166,60 meter. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

• **Titik Bor Seri ALB\_294**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 178,36 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1**, **A2**, **B1**, **B2**, dan **C**.

➤ ***Overburden lapisan Batubara A1***

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 adalah batulanau, bantulempung dan dengan sisipan batulempung karbonat.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 61,45 – 70,50 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,05 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 13 CPS dan nilai *log densitasnya* 1123 – 1.953 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor ALB\_294 adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. 61,40 - 61,50 m, 62,00 - 62,10 m, dan 65,95 - 66,00 m. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara A1 dan A2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batuan pasir tufaan.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 74,70 – 87,50 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,80 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 10 CPS dan nilai *log densitasnya* 1,509 – 2,292 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat sisipan *clayband* pada kedalaman 78,00 - 79,00 m, 86,00 - 86,80 m, dan 86,85 – 87,25 m. CR = 87,50 % ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara A2 dan B1***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung, batulanau, dan *suban marker*.

➤ **Lapisan B1**

Lapisan B1 terletak pada kedalaman 103,75 – 116,55 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,80 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 14 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.620 – 1.953 CPS. Karakteristik

lapisan B1 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat sisipan *clayband* pada kedalaman 104,50 - 104,60 m dan 107,40 - 107,50 m. CR = 98 % ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B1 dan B2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung dan batulanau.

➤ **Lapisan B2**

Lapisan B2 terletak pada kedalaman 120,45 – 125,20 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 4,75 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 12 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.096 – 1.999 CPS. Karakteristik lapisan B2 pada titik bor ini adalah hitam kusam, kompak, padat-keras, terdapat 1 sisipan *clayband* pada kedalaman 122,45 - 122,50 meter. CR = 83 % ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

➤ ***Interburden lapisan Batubara B2 dan C***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung karbonat, batupasir dan batu lanau.

➤ **Lapisan C**

Lapisan C terletak pada kedalaman 167,50 – 177,45 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 9,95 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 12 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.256 – 1.994 CPS. Karakteristik lapisan C pada titik bor ini adalah hitam, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 167,95 - 168,00 meter

dan 169,00 - 169,10 meter. CR = 100% ini didapat dari contoh batuan panjangnya lebih dari 10 cm.

- **Titik Bor Seri ALB\_295**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 220,78 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1** dan **A2**.

➤ ***Overburden lapisan Batubara A1***

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 adalah batulempung, batulanau, batupasir tufaan, batulempung karbonat dan *coaly-mudstone*.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 187,70 – 196,00 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 8,30 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 13 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.340 – 1.945 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor ALB\_295 adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih. Terdapat *clayband* pada kedalaman 188,40 - 188,50 m, 190,00 - 190,15 m dan 191,40 - 191,50 m. Lose core 190,40-193,00 m dan 193,70-194,70 m.

➤ ***Interburden lapisan Batubara A1 dan A2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah pasir tufaan dan batulanau.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 202,00 – 214,10 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 12,10 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 22 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.125 – 2.018 CPS. Karakteristik

lapisan A2 pada titik bor ini adalah hitam buram, kompak, padat-agak hancur, menyerpih pada kedalaman 202,00 - 202,50 m. Terdapat *clayband* pada kedalaman 03,50 - 203,60 m dan lose core 210,50-211,00 m dan 211,75-214,30 m.

- **Titik Bor Seri BGT\_15**

Total kedalaman *logging* pada titik bor ini adalah 201,84 m. Pada titik bor ini didapatkan batubara **A1** dan **A2**.

➤ ***Overburden lapisan Batubara A1***

Karakteristik batuan yang ditemui sebelum Batubara A1 adalah batulempung, *hanging seam* dan batulempung karbonat.

➤ **Lapisan A1**

Lapisan A1 terletak pada kedalaman 130,30 – 144,90 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 14,60 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 – 8 CPS dan nilai *log densitasnya* 1.381 – 2.412 CPS. Karakteristik lapisan A1 pada titik bor BGT\_15 adalah Hitam,kusam,hancur sisipan *silicified* dan lapisan pengotor pada 131,30-131,50 m, 133,60-133,90 m, 136,00-138,30 m, 142,36-142,60 m.

➤ ***Interburden lapisan Batubara A1 dan A2***

Karakteristik batuan yang ditemui adalah batulempung tufaan.

➤ **Lapisan A2**

Lapisan A2 terletak pada kedalaman 151,00 – 171,80 meter. Ketebalan batubara tersebut adalah 20,80 meter. Dengan nilai *log gamma ray* 0 - 3

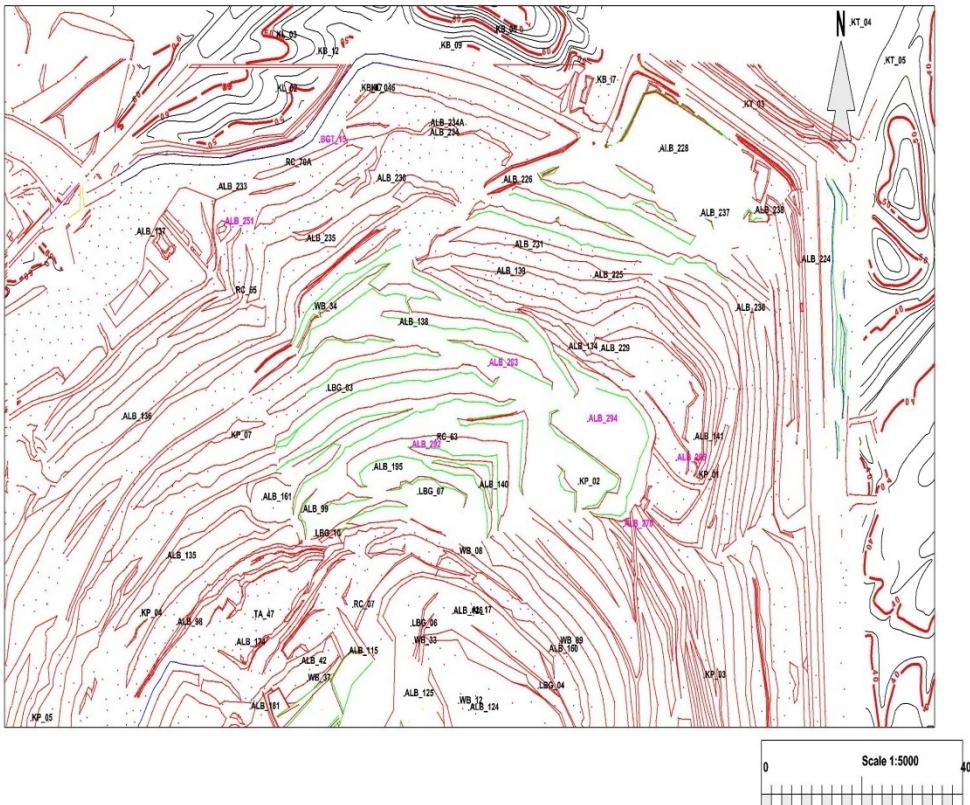
CPS dan nilai *log densitasnya* 1.873 – 2.571 CPS. Karakteristik lapisan A2 pada titik bor ini adalah Hitam, kusam, kompak, padat dan keras.

### **5.1.3. Perhitungan Sumberdaya Batubara**

#### **5.1.3.1. Perhitungan 2D Dengan Menggunakan Program Software *Geologi Minescape***

Sebelum melakukan proses perhitungan sumberdaya batubara, terlebih dahulu dilakukan pemodelan lapisan batubara dengan menggunakan bantuan Program Software *Geologi Minescape* dan dengan metode penampang (*Cross Sections*) dari 76 titik bor yang ada di daerah penelitian. Kemudian setelah model penampang jadi baru dilakukan perhitungan sumberdaya dengan menggunakan metode *Cross Section*. Dimana pada metode ini dilakukan pembuatan penampang (sayatan) secara paralel dengan jarak 100 meter dengan arah barat-timur dan dengan batas kedalaman adalah 200 meter dibawah permukaan laut. Dari proses tersebut diperoleh 11 penampang yaitu sayatan A-A', sayatan B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', G-G', H-H', I-I', J-J' dan K-K'. Penampang ini selanjutnya yang akan dihitung jumlah volume tiap lapisan batubaranya (*Per-Seam*). Berikut merupakan Gambar 24. penampang sayatannya.





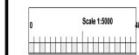
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
LAMPUNG  
2011

TUGAS AKHIR

Peta Topografi Daerah Penelitian

## LEGENDA

### 10 : Garis Kontur

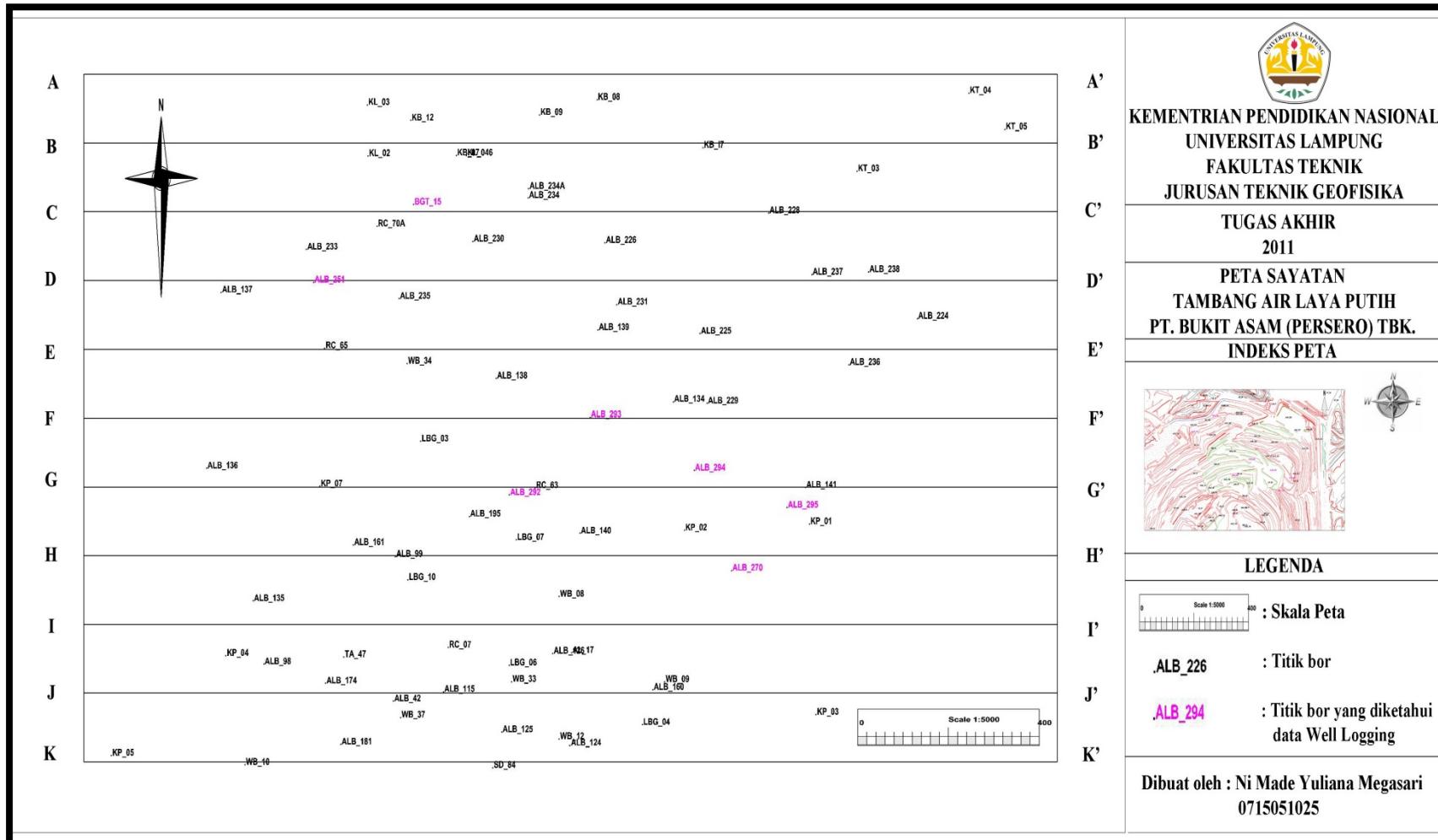


: Garis Kontur

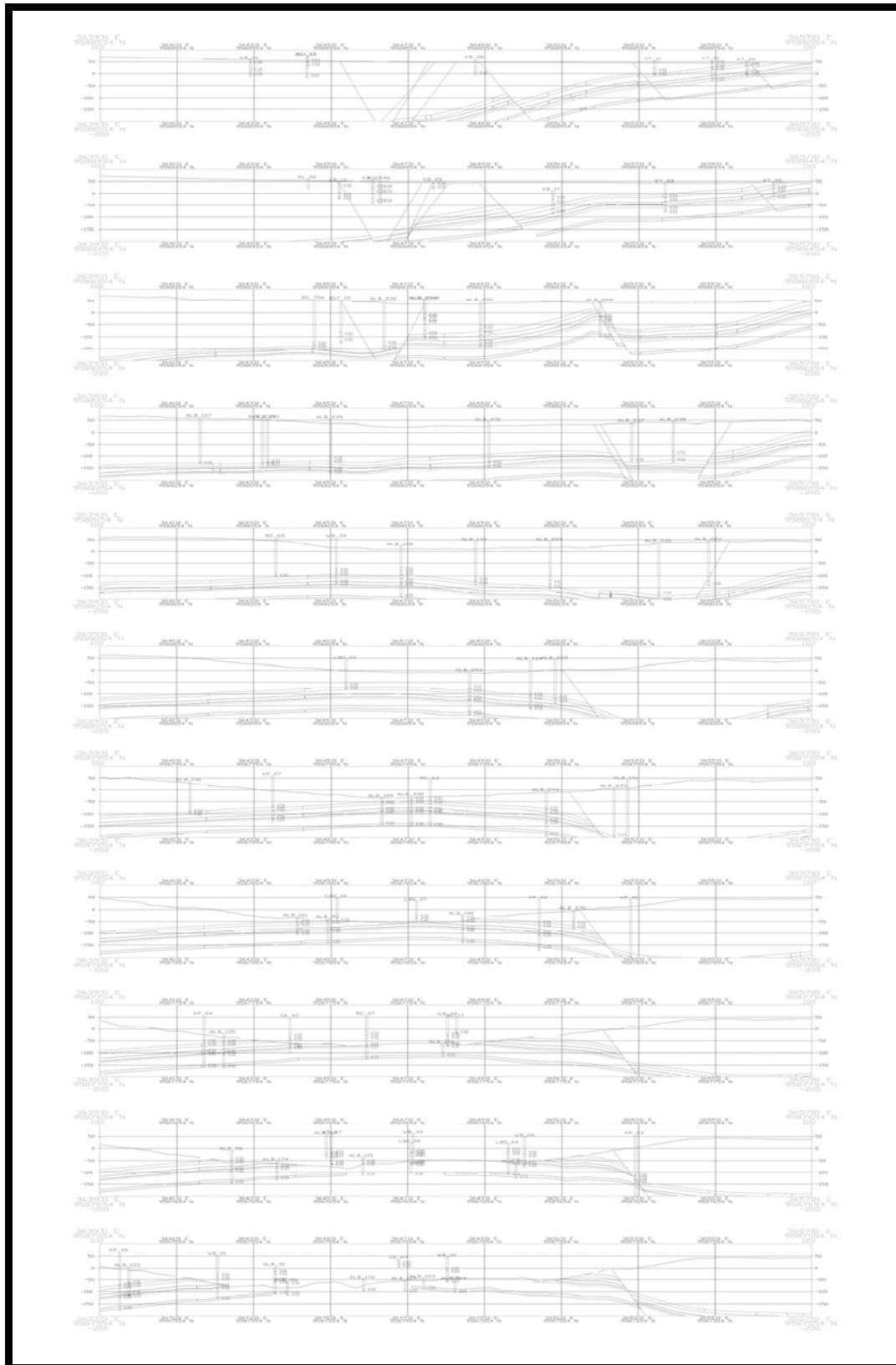
.KP\_02 : Titik Pemboran

## **: Titik Pemboran Yang Diketahui Data Logging**

Gambar 22. Peta topografi sebaran titik pemboran Tambang Air Laya Putih.



Gambar 23. Peta penampang sayatan Tambang Air Laya Putih.



Gambar 24. Hasil Penampang 2D daerah penelitian dengan bantuan *Software Geologi Minescape*.

Untuk perhitungan luasan setiap lapisan batubara didapat dengan bantuan program *Autocad*. Di mana perhitungan luasnya adalah  $L = (S1 + S2) / 2$ , luasan ini dalam satuan meter<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>). Setelah didapatkan luas penampang maka dikalikan dengan jarak antar penampang tersebut. Di mana perhitungan volumnya adalah  $V= L (m^2) * R$  ( $R$ = jarak antar penampang (m)) meter<sup>3</sup>. Kemudian volume tersebut dijadikan *tonase* dengan rumus  $T= V (m^3) * 1,3$  (ton/m<sup>3</sup>). Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3, tabel 4, dan tabel 5. Jadi jumlah total volume *seam* batubara pada daerah penelitian adalah **87.655.947,7885** ton, dimana daerah Penelitian ini memiliki Luas Area ± 185 Ha.

Tabel 4. Luas Penampang Tiap lapisan

	Luas Penampang = ((a+b)/2) (m <sup>2</sup> )				
	A1	A2	B1	B2	C
A-A' & B-B'	6.480,53255	14.866,72605	13.397,81175	5.697,06605	7.794,4299
B-B' & C-C'	10.917,1854	20.813,70625	18.739,98205	7.431,86505	9.934,5954
C-C' & D-D'	14.190,14725	54.111,63025	23.740,12175	8.954,003	8.600,47045
D-D' & E-E'	14.867,5097	53.505,3073	23.226,34165	7.961,94635	6.146,75795
E-E' & F-F'	14.797,3339	20.724,8114	19.835,90075	6.568,76165	7.427,09535
F-F' & G-G'	14.768,9059	17.374,49225	16.846,17915	6.056,79975	10.599,5051
G-G' & H-H'	13.818,17415	15.389,113	15.848,4167	5.699,4838	12.062,47475
H-H' & I-I'	11.228,6997	13.680,8209	14.674,31435	5.470,20465	12.902,3645
I-I' & J-J'	8.102,68675	12.043,5737	11.571,7117	4.527,78775	12.096,46735
J-J' & K-K'	6.231,12645	10.353,2986	8.392,27305	3.392,05025	10.413,55805

Tabel 5. Volume Penampang Tiap Lapisan

	Volume penampang = ((a+b)/2)*100 (m <sup>3</sup> )				
	A1	A2	B1	B2	C
A-A' & B-B'	648.053,255	1.486.672,605	1.339.781,175	569.706,605	779.442,99
B-B' & C-C'	1.091.718,54	2.081.370,625	1.873.998,205	743.186,505	993.459,54
C-C' & D-D'	1.419.014,725	5.411.163,025	2.374.012,175	895.400,3	860.047,045
D-D' & E-E'	1.486.750,97	5.350.530,73	2.322.634,165	796.194,635	614.675,795
E-E' & F-F'	1.479.733,39	2.072.481,14	1.983.590,075	656.876,165	742.709,535
F-F' & G-G'	1.476.890,59	1.737.449,225	1.684.617,915	605.679,975	1.059.950,51
G-G' & H-H'	1.381.817,415	1.538.911,3	1.584.841,67	569.948,38	1.206.247,475
H-H' & I-I'	1.122.869,97	1.368.082,09	1.467.431,435	547.020,465	1.290.236,45
I-I' & J-J'	810.268,675	1.204.357,37	1.157.171,17	452.778,775	1.209.646,735
J-J' & K-K'	623.112,645	1.035.329,86	839.227,305	339.205,025	1.041.355,805

NB : 100 = jarak antar penampang

Tabel 6. Sumberdaya batubara Tambang Air Laya Putih Tiap Seam secara 2D

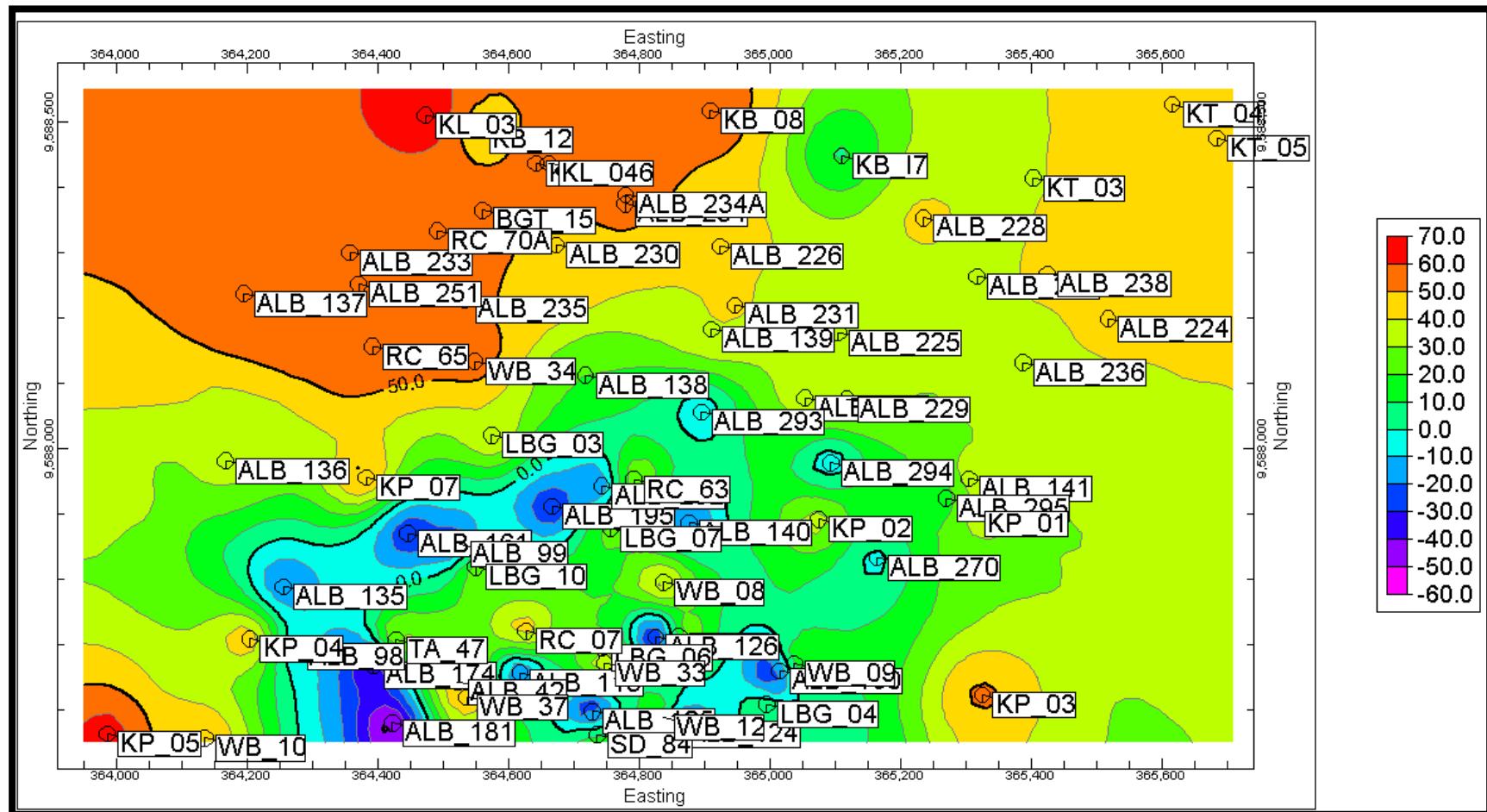
Seam	Total Volume (m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)
A1	11.540.230,18	15.002.299,23
A2	23.286.347,97	30.272.252,36
B1	16.627.305,29	21.615.496,88
B2	6.175.996,83	8.028.795,879
C	9.797.771,88	12.737.103,44
Total	67427652,15	87.655.947,79

### **5.1.3.2. Perhitungan 3D Dengan Menggunakan Program Software**

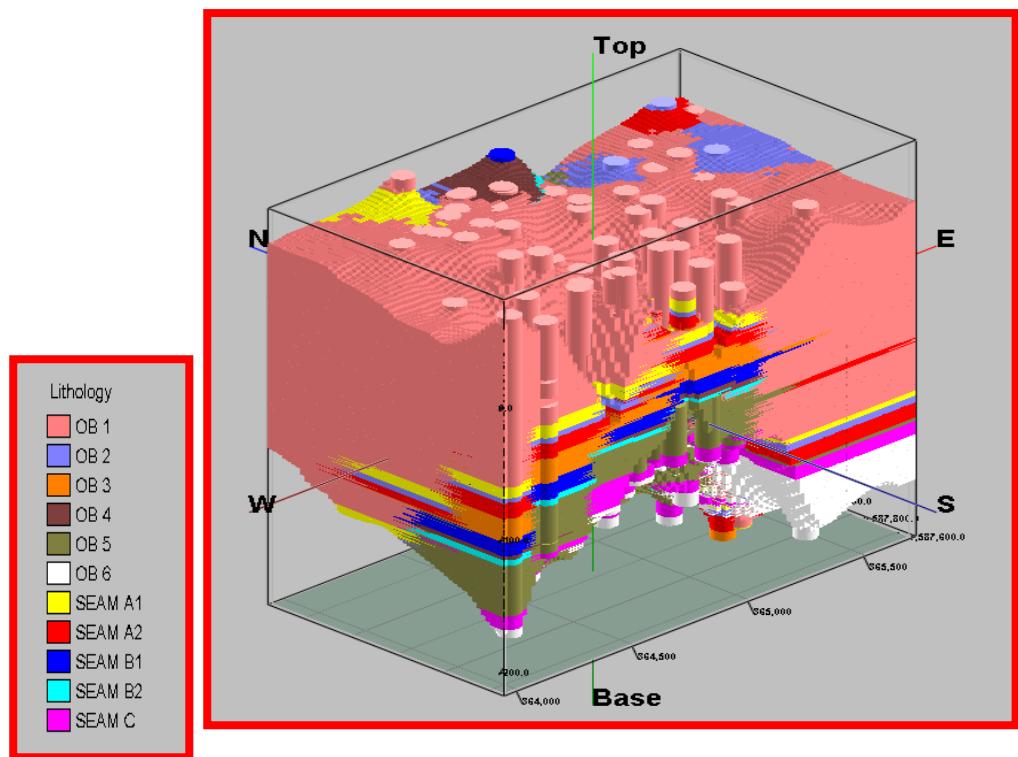
#### ***Rockwork15***

Proses perhitungan sumberdaya batubara model 3D dilakukan dengan menggunakan bantuan Program Software *Rorkwork15* dari 75 titik bor yang ada di dareah penelitian. Kemudian setelah model jadi baru dilakukan perhitungan sumberdaya. Dimana pada metode ini dilakukan pembuatan penampang 3D ini dengan spasi X, Y, dan Z adalah 20, 20, dan 0,5. Berikut adalah merupakan hasil pembuatan penampang batubara 3D dari *Rockwork15* pada gambar berikut.

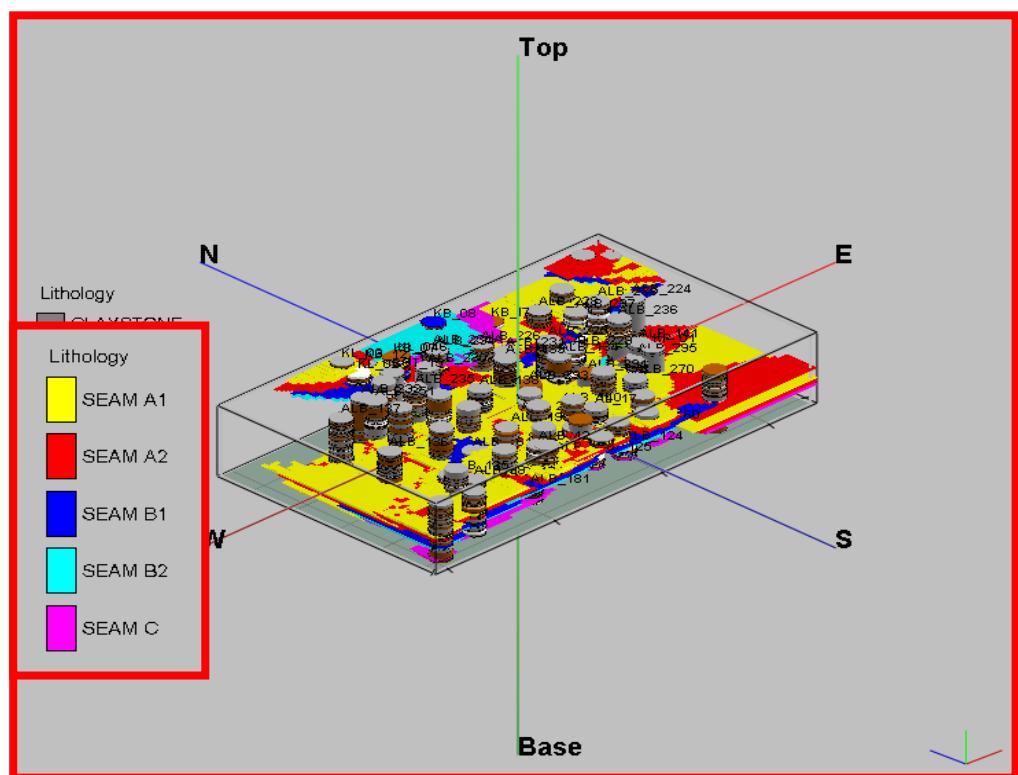




Gambar 25. Peta Topografi Sebaran Titik Pemboran Tambang Air Laya Putih dengan menggunakan *software rockwork15*.



Gambar 26. Hasil Penampang 3D untuk Litologi 75 titik bor yang tersebar pada daerah penelitian dengan Bantuan Program *Software Rockwork15*.



Gambar 27. Hasil Penampang 3D Lapisan Batubara (*seam*) untuk Litologi 75 titik bor yang tersebar pada daerah penelitian.

Data Volume setiap lapisan batubara (*Seam*) dan volume *overburden* didapat dengan bantuan program *Software Rockwork15* yang secara otomatis tampil pada saat pemodelan. Di mana dalam perhitungan volume batubara tersebut dijadikan *tonase* dengan rumus  $T = V \text{ (m}^3\text{)} * 1,3 \text{ (ton/m}^3\text{)}$ . Sedangkan untuk perhitungan Nisbah pengupasan (*Stripping Ratio*) dengan rumus :

$$\text{Stripping Ratio by Volume} = \frac{\text{overburden, m}^3}{\text{Batubara, m}^3}$$

Hasil perhitungannya disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 6. Sehingga jumlah total volume *seam* batubara pada daerah penelitian dengan Luas Area  $\pm 185$  Ha adalah **63.540.880** ton dengan volume overburden sebesar  $226.489.000 \text{ m}^3$ .

Tabel.7. Perhitungan Sumberdaya Batubara secara 3D

Jenis Volume	Seam	Jumlah Volume		Lapisan Penutup	Total Volume (m <sup>3</sup> )	SR
		(m <sup>3</sup> )	(Ton)			
Litologi 75 Titik Bor	A1	13.041.200	16.953.560	OB 1	166.448.800	9,82
	A2	16.707.600	21.719.880	IB 2	20.893.000	0,96
	B1	10.913.400	14.187.420	IB 3	16.066.800	1,13
	B2	3.468.800	4.509.440	IB 4	3.347.200	0,74
	C	4.746.600	6.170.580	IB 5	19.733.200	3,20
	Total	48.877.600	63.540.880	Total	226.489.000	4,63

## 5.2. Analisa hasil dari kedua model

Dari hasil pemodelan 2D (*Software Geologi Minescape*) dan 3D (*Software RockWork15*) didapatkan volume batubara yang cukup berbeda. Dimana dalam pemodelan 2D yang menggunakan bantuan *Software Geologi Minescape* diperoleh volume batubara sebesar  $\pm 87.655.947,7885$  ton. Sedangkan untuk pemodelan 3D

dengan bantuan *Software RockWork15* diperoleh volume sebesar ± **63.540.880** ton.

Hal ini disebabkan karena pada pemodelan 2D pada *software geologi minescape* ini terdapat parameter struktur patahan yang jelas dengan diasumsikan bahwa jaraknya sama sehingga dapat diketahui arah penyebaran lapisan batubara tersebut. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian antara lain Antiklin yang berbentuk kubah, sesar utama (sesar normal) dengan *throw* ± 50 meter di sisi timur, sesar – sesar minor yang menyebar secara radier dan kekar - kekar. Kondisi ini dimungkinkan karena adanya dua proses geologi yang terjadi di daerah penelitian, yaitu Adanya gaya tektonik pada waktu Pliosen dengan arah utara selatan dan adanya intrusi batuan beku andesitis, hal ini dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan rank batubara secara sentris. Proses intrusi batuan beku andesitis tersebut merupakan faktor utama terbentuknya pola struktur pada daerah penelitian dan adanya gaya tektonik pada kala Pliosen dengan arah utama utara selatan. (Anonim op. cit. Stallone, 2011).

Sedangkan pemodelan 3D ini untuk parameter struktur patahan atau kedudukan *strike/dip* sudah diatur pada *software*. Sehingga untuk tingkat ketelitiannya, lebih teliti pemodelan secara 3D menggunakan *software rockwork15* hal ini kerena selain memakai spasi yang kecil yaitu X (*Easting*) = 20, Y (*Northing*) = 20, dan Z (*Elevation*) = 0,5 arah kedudukan *strike/dip* dalam pemodelan 3D tidak sama dan tidak diteruskan, maksudnya jika dalam pemodelan 2D kedudukan *strike/dip* dianggap sama panjangnya sehingga masih ada tingkat kesalahan dalam perhitungan. Nilai nisbah pengupasan (*stripping ratio*) secara keseluruhan cukup kecil dari standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu untuk antara jumlah volume batubaran dengan volume overburden dari pihak perusahaan 1 : 5, sedangkan hasil yang didapat antara volume batubaran dengan volume overburdenya **1 : 4,63**.

## BAB VI. KESIMPULAN

### 6.1. Kesimpulan

Dari tahapan pengolahan data dan analisa dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dapat diketahui bahwa penyebaran deposit lapisan batubara secara keseluruhan dilihat dari hasil korelasi dan hasil pemodelan 2D untuk daerah penelitian ini adalah tersebar merata dengan kemiringan lapisan batubara ke arah utara, dengan kemiringan relatif landai.
- 2) Ketebalan masing- masing *seam* adalah untuk *seam* A1 berkisar antara 4,20 – 15,70 meter, untuk *seam* A2 berkisar antara 2,80 – 20,60 meter, untuk *seam* B1 berkisar antara 2,25 – 20,40 meter, untuk *seam* B2 berkisar antara 3,30 – 6,30 meter, dan untuk *seam* C berkisar antara 2,49 – 11,20 meter.
- 3) Karakter *seam* dibedakan berdasarkan sifat naik dan turunnya *Log Gamma Ray* dan *Density* yang menunjukkan kesamaan antara lapisan batubara antara sumur yang satu dengan sumur yang lainnya yang diakurasikan dengan *data coring* sehingga secara keseluruhan sifat fisik hitam, kompak, padat-agak hancur, menyerpih dan untuk seam A1 nilai *Log Gamma Ray* berkisar antara 0 - 15 CPS dan nilai *Log Density* berkisar antara 1059 -

2412 CPS, untuk seam A2 nilai *Log Gamma Ray* berkisar antara 0 - 22 CPS dan nilai *Log Density* berkisar antara 1125 - 2985 CPS, untuk seam B1 nilai *Log Gamma Ray* berkisar antara 0 - 12 CPS dan nilai *Log Density* berkisar antara 1334 - 2096 CPS, untuk seam B2 nilai *Log Gamma Ray* berkisar antara 0 - 13 CPS dan nilai *Log Density* berkisar antara 1096 - 2943 CPS, dan untuk seam C nilai *Log Gamma Ray* berkisar antara 0 - 12 CPS dan nilai *Log Density* berkisar antara 1210 - 2292 CPS.

- 4) Jumlah total volume *seam* batubara pada daerah penelitian adalah

Seam	Tonase (Ton)	
	Hasil Pemodelan 2D	Hasil Pemodelan 3D
A1	15.000.000	17.000.000
A2	30.000.000	21.000.000
B1	21.000.000	14.000.000
B2	8.000.000	4.000.000
C	12.000.000	6.000.000
Total	86.000.000	62.000.000

Dimana hasil yang paling akurat adalah hasil yang paling kecil yaitu dari perhitungan dengan pemodelan secara 3D. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan 3D kududukan *strike/dip* sudah diatur pada *software*.

- 5) Hasil nilai nisbah pengupasan (*stripping ratio*) untuk pemodelan 3D yaitu **4.63:1** hal ini berarti bahwa daerah penelitian sangat bernilai ekonomis untuk dilakukannya penambang karean lebih kecil dari standar yang telah ditetapkan yaitu  $\leq 1 : 5$ .

## **6.2. Saran**

1. Untuk pemodelan 2D dengan menggunakan *software minescape* sebaiknya pemodelan overberburdennya juga dibuat guna mengetahui Nilai nisbah pengupasan (*stripping ratio*) merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan ekonomis tidaknya suatu sumberdaya batubara, karena sebagai penentu sampai elevasi berapakah sumberdaya batubara tersebut masih bernilai ekonomis untuk dilakukan penggalian.
2. Untuk membedakan karakteristik lapisan batubara (*seam*) sebaiknya ditambah dengan data kandungan kualitas tiap seam seperti kandungan abu, kandungan air, dan lain sebagainya sehingga perbedaan karakter akan semakin lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agus. *Gamma Ray Log*. Ensiklopedi Seismik Online. January 31, 2009.  
August 11, 2010.  
<http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2009/01/gamma-ray-log.html>
- Anonim.2011. *Metoda-Metoda Dalam Perhitungan Cadangan Batubara*.  
<http://www.agoespoeyagawe.blogspot.com//Metoda.Metoda.Dalam.Perhitungan.Cadangan.Batubara.Febuarai.2011.01:33.PM//>
- Anonim.2011. *Bab. 2 Studi Pustaka Tentang Genesa Batubara*  
<http://www.scribd.com/doc/62546047/61371480-Bab-2-Studi-Pustaka/>  
diakses pada tanggal 18 september 2011. 01.22 PM.
- Anonim. 2011, *Batubara Indonesia*. wikipedia.August 20, 2011.October 01, 2011.  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Batu\\_barra](http://id.wikipedia.org/wiki/Batu_barra).
- Aquarista Nur Atwi. 2010. *Menentukan Lapisan Batubara Dengan Log Densitas, Log Sinar Gamma, Log Neutron, Log Resistivitas Dan Log Caliper; Pemakaian Aoi Untuk Perhitungan Cadangan Dan Menghitung Rasio Pengupasan*. Universitas Jenderal Soedirman.  
<http://www.scribd.com/doc/jenis - jenis log//> diakses pada tanggal 18 september 2011. 01.22 PM.
- Amarullah, Deddy, dkk. 2002. *Inventarisasi dan Evaluasi Endapan Batubara Kabupaten Barito Selatan dan Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*. Kolokium Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (DIM) TA.
- Badan Standar Nasional Indonesia Amandemen I SNI 13-5014-1998, 1998, *Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara*, Rancangan Standar Nasional Indonesia.
- Gunradi, R., Sabtanto, R. Hutamadi, T. Islah, Dkk. 2005. *Pemantauan Dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral, Di Daerah Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan*. Jurnal Kolokium Hasil Lapangan – Dim, 2005.
- Isaaks dkk., (1989), *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press.

Koesoemadinata, R.P., 1978, *Tertiary Coal Basin Of Indonesia*, United Nation ESCAP, CCOP Technical Bulletin, Bandung.

Leba Ajun Fernandus. 2011. *Penaksiran Sumberdaya Batubara Dengan Metode Cross Section Di Pt Satria Mayangkara Sejahtera, Tanjung Telang, Lahat Sumatera Selatan*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” : Yogyakarta.

Popoff, C., (1965), *Computing Reserve of Mineral Deposit Principles and Conventional Methods*, Dept. of The Interior, Beurau of Mines, USA.

Pusat Pendidikan dan Pelatihan PT. Bukit Asam, (Persero, Tbk), 2007. *Pelatihan Kualitas Batubara, Divisi Pengembangan Sumber Daya Manusia, Tanjung Enim*.

Rider, M.H., 1974. *The Geological Interpretasi Of Well Logs, 2<sup>nd</sup>*. Whittles Publishing. French.

Stallone Red. 2011. *Optimalisasi Alat Penunjang Tambang Track Stackle Dalam Upaya Pembersihan Tumpahan Batubara Dan Overburden Dari Belt Conveyor Di Tambang Air Laya Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” : Yogyakarta.

Sukender Asikin, 1998, *Geologi Struktur Indonesia*, Jurusan Teknik Geologi ITB, Bandung.

Sukandarrumudi, 1995, *Batubara dan Gambut*, Jurusan Teknik Geologi UGM, Yogyakarta.

Sumasari, Dwiva. 2010. *Perhitungan Sumberdaya Lapisan Batubara A1, A2, Dan B Di Wilayah Konsensi Pertambangan PT. Bukit Asam Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Tidak dipublikasikan. Universitas Diponegoro. Semarang

Toga, Fransiscus Donald Nixon. 2010. *Perhitungan Sumberdaya Batubara Seam Z Berdasarkan Data Pemboran Dan Log Geofisika Dengan Metode Circular Usgs Di Wilayah Konsesi Pt. Bumi Murau Coal Kavling 3 Formasi Wahau, Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur*. Universitas Diponegoro. Semarang

# **LAMPIRAN**

**LAMPIRAN I. TABEL HASIL PENENTUAN KETEBALAN LAPISAN BATUBARA**

Tabel 2. Lapisan Utama Batubara yang terdapat pada daerah Tambang Air Laya

No,	SERI BOR	X	Y	ELEVASI	TOTAL DEPTH	SEAM	TOP	BASE	Tebal
1	AL_17	364860,2496	9587712,2130	46,400	67,65	A1	56,30	62,60	6,30
2	ALB_115	364617,2036	9587656,1750	-39,460	71,90	B1 B2 C	7,50 21,60 62,50	16,70 24,70 68,70	9,20 3,10 6,20
3	ALB_124	364857,3070	9587577,5240	-55,500	49,20	C	38,65	48,26	9,61
4	ALB_125	364728,0177	9587597,1870	-55,840	45,00	C	36,66	44,84	8,18
5	ALB_126	364825,1244	9587711,2300	-65,550	47,30	C	36,90	46,80	9,90
6	ALB_134	365053,4200	9588076,9530	35,852	200,30	A1 A2 B1 B2	132,20 146,40 176,80 193,60	141,60 159,40 189,90 198,10	9,40 13,00 13,10 4,5
7	ALB_135	364255,5585	9587787,9140	-24,270	137,70	A1 A2 B1 B2 C	22,90 35,50 64,40 79,00 124,40	31,60 47,10 76,70 83,30 134,20	8,70 11,60 12,30 4,30 9,80
8	ALB_136	364167,1307	9587980,6070	32,880	135,60	A1 A2	117,60 130,00	125,80 135,60	8,20 5,60
9	ALB_137	364194,8808	9588236,2200	58,350	192,50	A1	182,50	190,30	7,80
10	ALB_138	364717,4764	9588111,3630	19,580	211,40	A1 A2 B1 B2 C	88,40 102,00 133,60 151,80 199,00	97,10 114,00 146,30 156,30 209,00	8,70 12,00 12,70 4,50 10,00
11	ALB_139	364910,2371	9588182,1480	40,561	178,20	A1 A2	149,80 164,40	159,80 176,40	10,00 12,00
12	ALB_140	364876,0430	9587886,2270	-26,685	116,40	A1 A2 B1 B2 C	3,00 14,80 42,50 57,80 103,20	10,68 26,00 54,50 61,50 112,40	7,68 11,20 12,00 3,70 9,20
13	ALB_141	365304,5118	9587953,0790	39,950	252,20	A1	242,20	251,10	8,90
14	ALB_160	365014,5699	9587659,1240	-62,980	60,80	C	48,72	58,90	10,18
15	ALB_161	364446,0097	9587869,5130	-33,910	72,30	A1	7,57	17,17	9,60
No,	SERI BOR	X	Y	ELEVASI	TOTAL DEPTH	SEAM	TOP	BASE	Tebal

						A2	21,27	33,93	12,66
						B1	48,70	61,70	13,00
						B2	64,60	69,00	4,40
16	ALB_174	364393,3405	9587667,9720	-55,320	75,50	B1	8,10	20,50	12,40
						B2	23,80	28,10	4,30
						C	64,30	71,50	7,20
17	ALB_181	364422,0963	9587579,4910	-62,200	53,10	B2	0,00	3,30	3,30
						C	41,10	50,70	9,60
18	ALB_195	364666,4833	9587910,8050	-36,320	108,00	A2	13,00	18,50	5,50
						B1	36,70	48,40	11,70
						B2	51,90	56,20	4,30
						C	96,70	105,80	9,10
19	ALB_224	365517,0142	9588197,8780	42,419	186,50	A2	167,10	181,50	14,40
20	ALB_225	365104,2642	9588176,2490	40,710	195,80	A1	159,60	170,80	11,20
						A2	177,80	192,60	14,80
21	ALB_226	364923,7582	9588308,9710	43,507	185,10	A1	95,30	107,80	12,50
						A2	113,40	131,80	18,40
						B1	153,80	170,20	16,40
						B2	177,40	183,70	6,30
22	ALB_228	365234,5592	9588352,2290	42,307	141,20	A2	56,00	58,80	2,80
						B1	61,30	70,40	9,10
						B2	75,00	80,80	5,80
						C	128,90	138,90	10,00
23	ALB_229	365117,5991	9588074,9870	39,754	177,00	A1	147,50	157,20	9,70
						A2	161,90	174,30	12,40
24	ALB_230	364673,2252	9588310,9380	48,670	202,30	A1	167,20	178,90	11,70
						A2	185,30	200,80	15,50
25	ALB_231	364946,1073	9588218,5240	41,900	191,50	A1	161,90	171,20	9,30
						A2	180,00	188,20	8,20
26	ALB_233	364356,9860	9588299,1400	53,290	193,50	A1	177,30	186,50	9,20
27	ALB_234	364778,2658	9588373,8580	50,978	87,25	A1	56,00	68,45	12,45
						A2	73,90	87,25	13,35
28	ALB_234A	364779,1598	9588387,6220	51,820	160,20	A1	58,50	74,20	15,70
						A2	79,70	100,30	20,60
						B1	124,80	145,20	20,40
						B2	151,00	157,20	6,20
29	ALB_235	364532,9476	9588227,3720	51,269	224,00	A1	152,90	162,40	9,50
						A2	166,70	178,50	11,80
						B1	197,20	211,00	13,80
						B2	213,00	217,80	4,80
30	ALB_236	365387,1661	9588131,0250	35,466	245,60	A1	203,10	212,30	9,20
						A2	228,25	241,80	13,55
<b>No,</b>	<b>SERI BOR</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ELEVASI</b>	<b>TOTAL DEPTH</b>	<b>SEAM</b>	<b>TOP</b>	<b>BASE</b>	<b>Tebal</b>

No,	SERI BOR	X	Y	ELEVASI	TOTAL DEPTH	SEAM	TOP	BASE	Tebal
31	ALB_237	365316,5803	9588262,7650	37,880	160,00	A1	148,30	158,25	9,95
32	ALB_238	365424,4518	9588266,6970	41,568	166,90	A1 A2	122,20 148,30	132,70 164,10	10,50 15,80
33	ALB_251	364370,6075	9588250,7980	53,72	201,84	A1 A2	171,00 181,60	177,40 194,00	6,40 12,40
34	ALB_270	365164,1483	9587831,9860	-5,130	75,58	A1 A2	43,80 58,20	53,50 70,40	9,70 12,20
35	ALB_42	364522,2573	9587642,4110	52,993	91,75	A1 A2	66,45 80,10	75,75 91,70	9,30 11,60
36	ALB_98	364275,8216	9587696,4830	-12,350	135,40	A1 A2 B1 B2 C	24,25 36,25 62,40 77,00 123,00	32,40 48,00 74,80 81,50 132,20	8,15 11,75 12,40 4,50 9,20
37	ALB_99	364525,8704	9587852,8000	-41,160	102,30	A2 B1 B2 C	4,10 35,10 46,50 89,30	16,65 44,10 50,90 99,30	12,55 9,00 4,40 10,00
38	BGT_15	364560,3511	9588363,8580	51,050	178,44	A1 A2	130,30 151,00	144,90 171,80	14,60 20,80
39	KB_07	364641,8993	9588435,7950	51,840	92,95	A1 A2 B1	15,45 33,45 72,53	27,00 50,30 89,93	11,55 16,85 17,40
40	KB_08	364908,5609	9588516,4120	59,260	64,10	B1 B2 C	1,25 15,05 51,60	3,50 20,35 62,80	2,25 5,30 11,20
41	KB_12	364555,1104	9588486,9180	43,200	66,85	A2 B1 B2	3,60 38,35 59,15	16,15 55,70 65,00	12,55 17,35 5,85
42	KB_I7	365109,8142	9588447,5930	7,000	92,95	A1 A2 B1	15,45 33,45 72,53	27,00 50,30 89,93	11,55 16,85 17,40
43	KL_02	364473,9461	9588434,8120	55,600	37,50	- -	- -	- -	- -
44	KL_03	364472,8659	9588509,5300	72,700	42,05	A1 A2	9,25 27,2	21,70 41,05	12,45 13,85
45	KL_046	364661,2312	9588435,7950	51,838	92,95	A1 A2 B1	15,95 33,95 72,6	27,50 50,85 90,00	11,55 16,90 17,40
46	KP_01	365312,2968	9587899,9900	37,040	245,00	A1	233,4	245,00	11,60
47	KP_02	365074,5771	9587891,1420	37,680	212,00	A1 A2	84,1 98	93,60 110,60	9,50 12,60

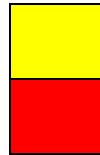
						B1 B2 C	127,5 144,1 191,5	140,30 148,60 201,55	12,80 4,50 10,05
48	KP_03	365324,8495	9587622,7480	52,850	251,40	A1 A2 C	162,4 171,4 185,4	166,60 182,70 195,10	4,20 11,30 9,70
49	KP_04	364203,9694	9587708,2800	54,600	215,00	A1 A2 B1 B2 C	100,00 112,60 140,60 154,70 199,60	109,20 125,00 153,30 159,80 210,20	9,20 12,40 12,70 5,10 10,60
50	KP_05	363986,1777	9587562,7780	64,500	241,90	A1 A2 B1 B2 C	127,60 139,00 168,80 182,40 225,00	135,80 151,00 179,40 186,60 235,40	8,20 12,00 10,60 4,20 10,40
51	KP_07	364382,4639	9587955,0450	56,310	188,20	A1 A2 B1 B2	119,00 131,60 161,40 177,40	128,00 143,60 173,20 181,60	9,00 12,00 11,80 4,20
52	KT_03	365402,6241	9588413,1830	39,870	120,80	A1 A2 B1 B2	42,50 57,30 91,80 115,05	53,35 71,80 108,30 120,60	10,85 14,5 16,5 5,55
53	KT_04	365615,4246	9588526,2430	49,050	59,25	A2 B1 B2	2,90 34,45 51,92	16,45 47,25 56,25	13,55 12,8 4,33
54	KT_05	365683,6265	9588474,1370	41,810	55,80	A1 A2 B1	9,00 22,25 51,10	18,45 34,25 55,80	9,45 12,00 4,70
55	LBG_03	364574,1071	9588019,9320	41,420	124,00	A1 A2	94,90 108,40	104,50 120,15	9,60 11,75
56	LBG_04	364994,6420	9587608,0010	14,430	120,80	A1 A2 B1 B2 C	16,30 27,02 54,38 70,06 118,31	25,20 38,95 66,25 75,19 120,80	8,90 11,93 11,87 5,13 2,49
57	LBG_06	364742,1348	9587694,5170	18,580	124,10	A1 A2 B1 B2 C	28,70 39,50 66,50 80,95 121,00	35,50 50,35 77,45 84,60 124,10	6,80 10,85 10,95 3,65 3,10
No,	SERI BOR	X	Y	ELEVASI	TOTAL DEPTH	SEAM	TOP	BASE	Tebal

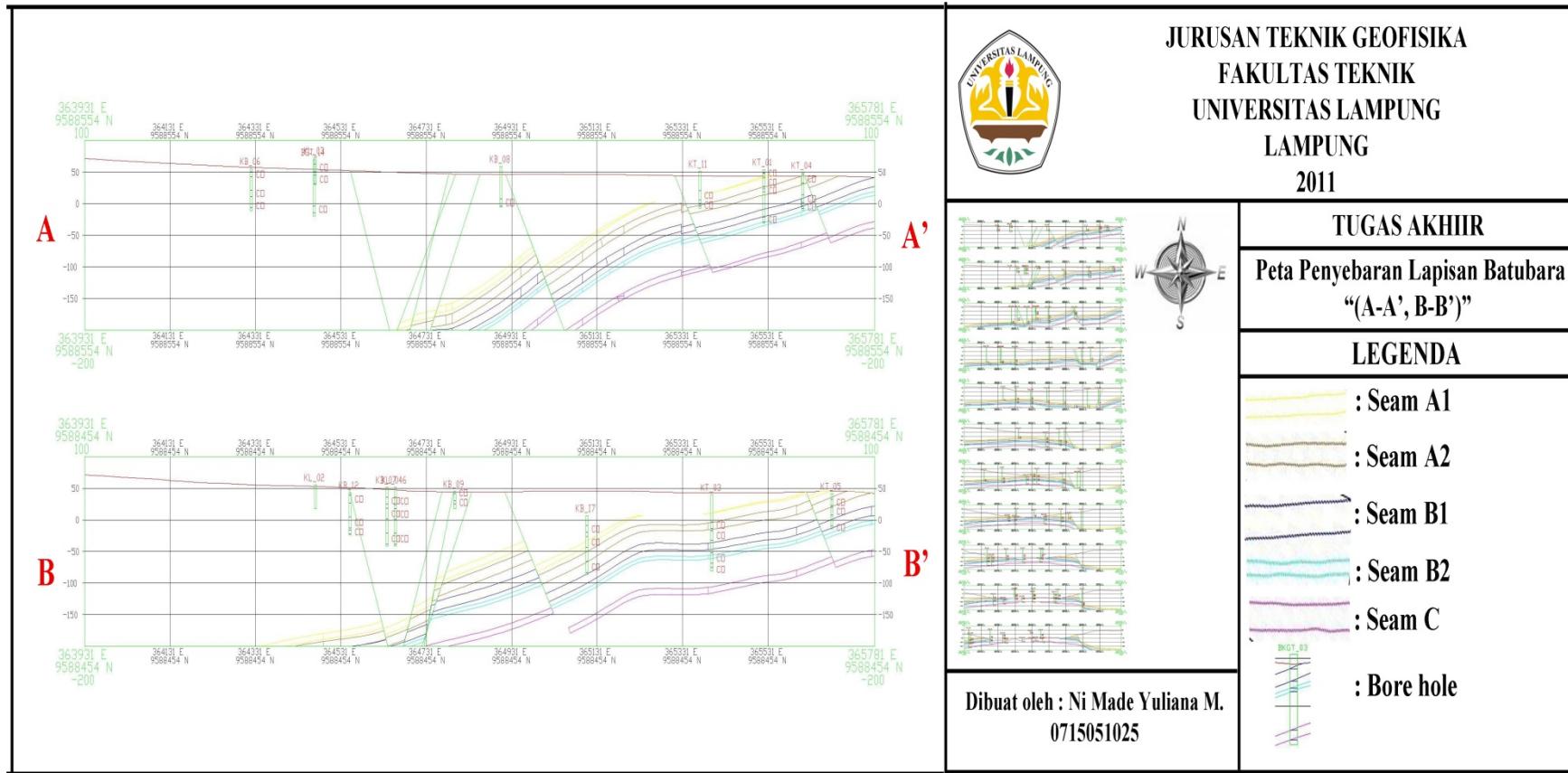
58	LBG_07	364755,8795	9587876,3950	29,630	80,40	A1 A2	53,25 66,25	60,95 77,25	7,70 11,00
59	LBG_10	364549,7839	9587818,3910	43,692	92,35	A1	80,70	90,33	9,63
60	RC_07	364626,4039	9587720,0780	54,580	180,60	A1 A2 B1 B2 C	69,80 84,80 112,80 127,40 167,20	79,40 95,20 122,40 130,70 175,20	9,60 10,4 9,60 3,30 8,00
61	RC_63	364791,5263	9587952,0960	39,190	191,15	A1 A2 B1 B2 C	71,30 85,30 114,15 129,35 177,00	80,60 97,00 126,10 133,55 186,00	9,30 11,70 11,95 4,20 9,00
62	RC_65	364391,6270	9588155,6040	55,660	159,00	A1	147,65	157,00	9,35
63	RC_70A	364491,0431	9588332,5670	52,990	202,00	A1 A2	174,75 187,30	183,95 199,60	9,20 12,30
64	SD_84	364735,6700	9587561,5170	34,599	30,00	A1 A2	7,20 19,50	15,80 28,50	8,60 9,00
65	TA_47	364427,9442	9587706,3140	45,600	143,10	A1 A2 B1 B2	67,60 83,53 106,60 122,56	77,16 91,00 118,70 126,94	9,56 7,47 12,10 4,38
66	WB_08	364837,1556	9587794,7960	52,700	129,00	A1 A2 B1 B2	69,16 82,28 107,52 121,89	78,00 93,12 118,50 126,02	8,84 10,84 10,98 4,13
67	WB_09	365037,2543	9587669,9380	43,000	122,00	A1 A2 B1 B2	52,84 65,77 92,66 109,40	61,56 78,16 104,77 113,80	8,72 12,39 12,11 4,40
68	WB_10	364135,2788	9587556,4580	50,400	177,20	A1 A2 B1 B2 C	76,18 90,18 120,14 132,55 173,37	86,03 101,58 132,55 137,48 177,20	9,85 11,40 12,41 4,930 3,830
69	WB_12	364837,2301	9587587,3560	44,10	105,55	A1 A2 B1 B2	42,74 54,63 81,40 96,88	50,60 65,20 92,51 101,15	7,86 10,57 11,11 4,27
70	WB_33	364746,9399	9587670,9220	56,900	126,65	A1 A2 B1	64,50 75,91 102,56	71,95 86,16 113,27	7,45 10,25 10,71
<b>No,</b>	<b>SERI BOR</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ELEVASI</b>	<b>TOTAL DEPTH</b>	<b>SEAM</b>	<b>TOP</b>	<b>BASE</b>	<b>Tebal</b>

						B2	116,64	120,38	3,74
71	WB_34	364548,4429	9588132,9920	55,500	196,10	A1 A2 B1 B2	127,88 140,43 170,38 186,58	136,89 153,20 182,62 191,22	9,01 12,77 12,24 4,64
72	WB_37	364535,9275	9587618,8160	55,900	126,70	A1 A2 B1 B2	64,36 78,01 105,22 118,76	73,68 88,69 115,76 122,11	9,32 10,68 10,54 3,35
73	ALB_292	364742,4214	9587942,0960	-30,560	122,12	A1 A2 B1 B2 C	0,00 13,85 42,60 58,00 106,10	9,10 25,45 54,70 62,25 115,70	9,10 11,60 12,10 4,25 9,60
74	ALB_293	364895,2518	9588055,1560	-9,490	178,36	A1 A2 B1 B2 C	54,00 68,70 98,50 115,25 162,55	64,35 81,00 111,00 119,95 172,40	10,35 12,30 12,50 4,70 9,85
75	ALB_294	365093,0410	9587977,4890	-11,760	182,82	A1 A2 B1 B2 C	61,45 74,70 103,75 120,45 167,50	70,50 87,50 116,55 125,20 177,45	9,05 12,80 12,80 4,75 9,95
76	ALB_295	365269,5242	9587923,4170	5,438	220,78	A1 A2	187,70 202,00	196,00 214,10	8,30 12,10

Keterangan :

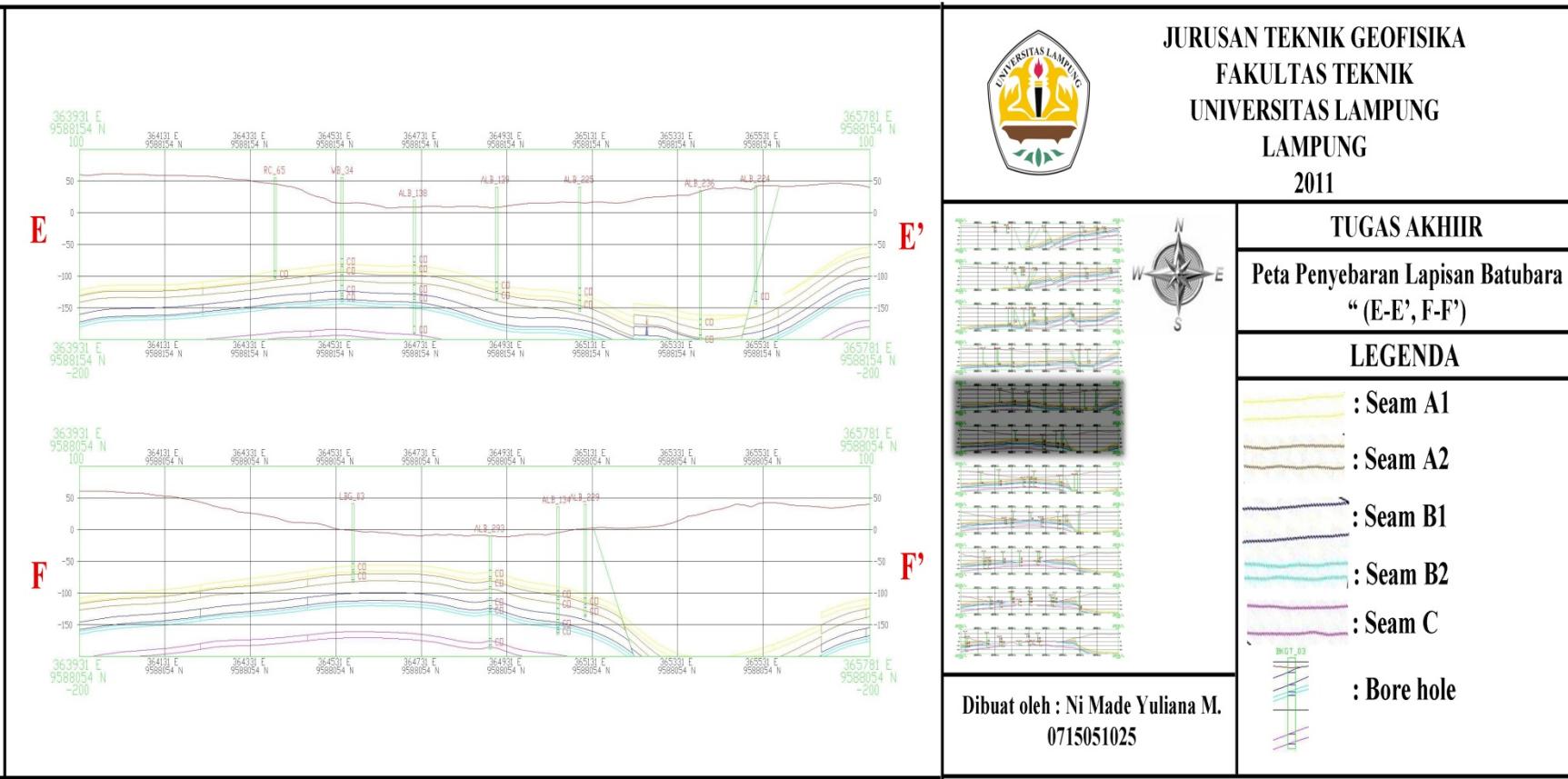
Titik Bor yang digunakan sebagai pembuatan korelasi struktur  
 Titik bor yang tidak terdapat batubara



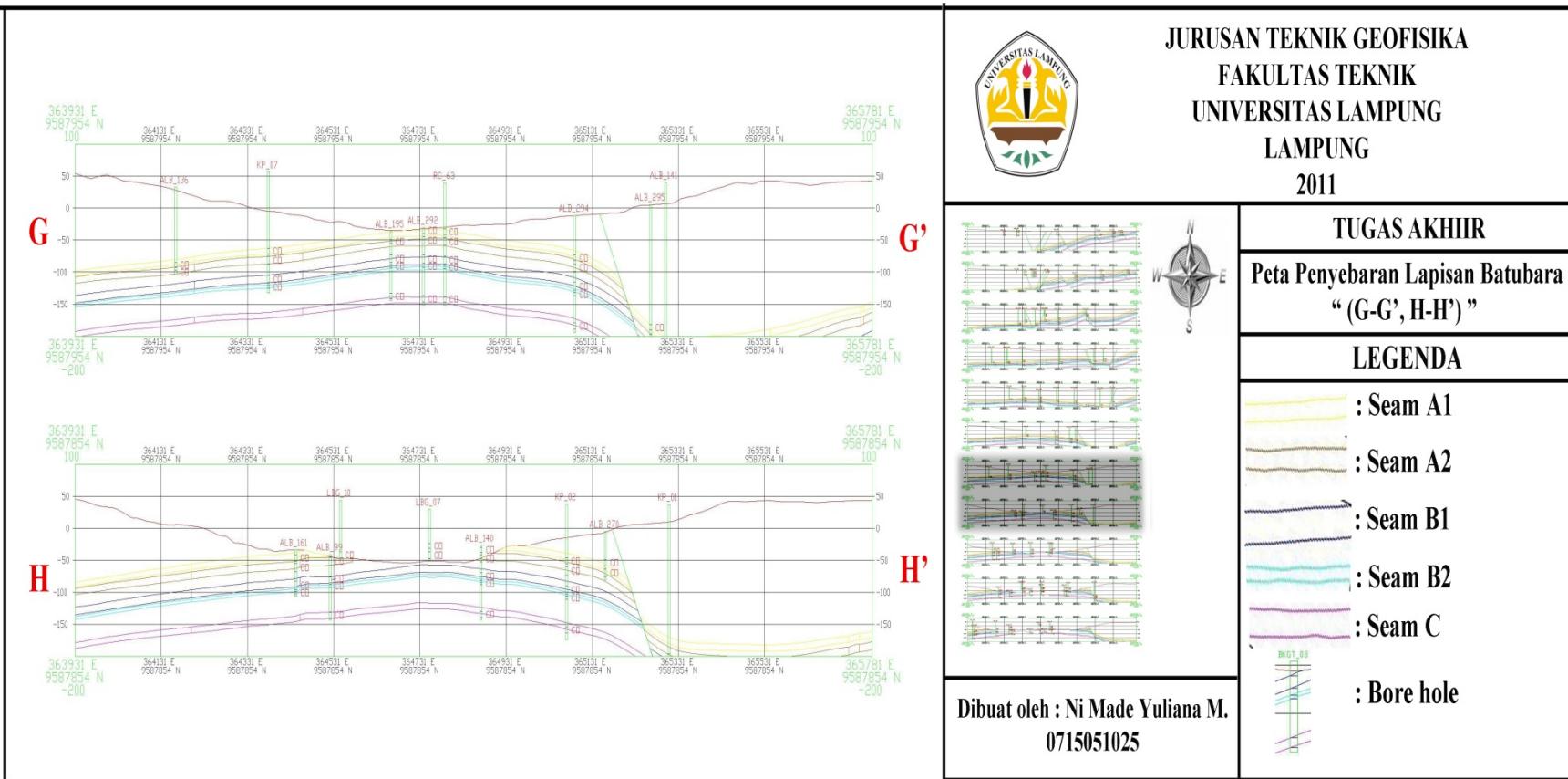


Gambar 28. Hasil Penampang 2D dengan menggunakan software minescape untuk Sayatan A - A' dan B - B'

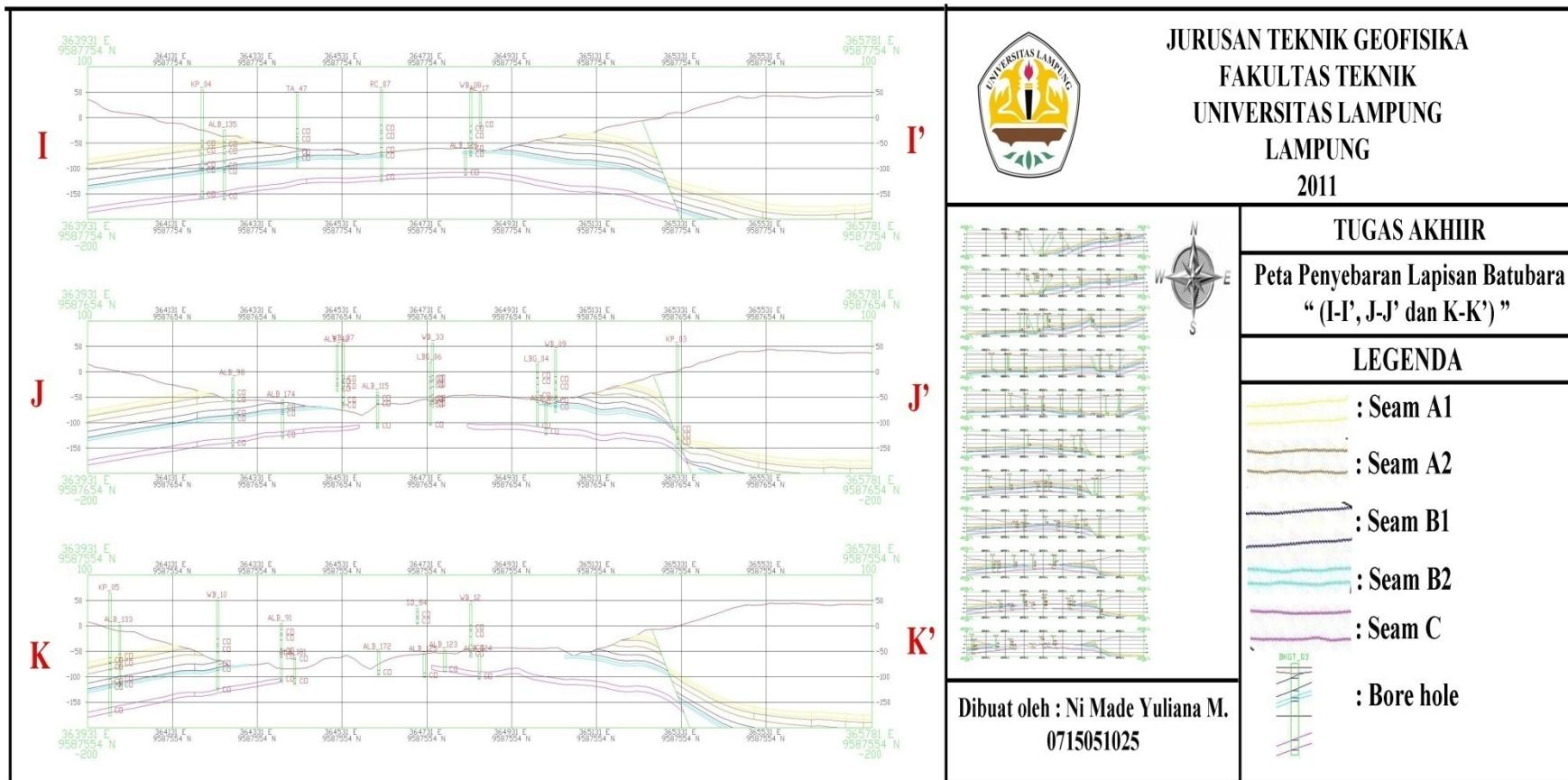




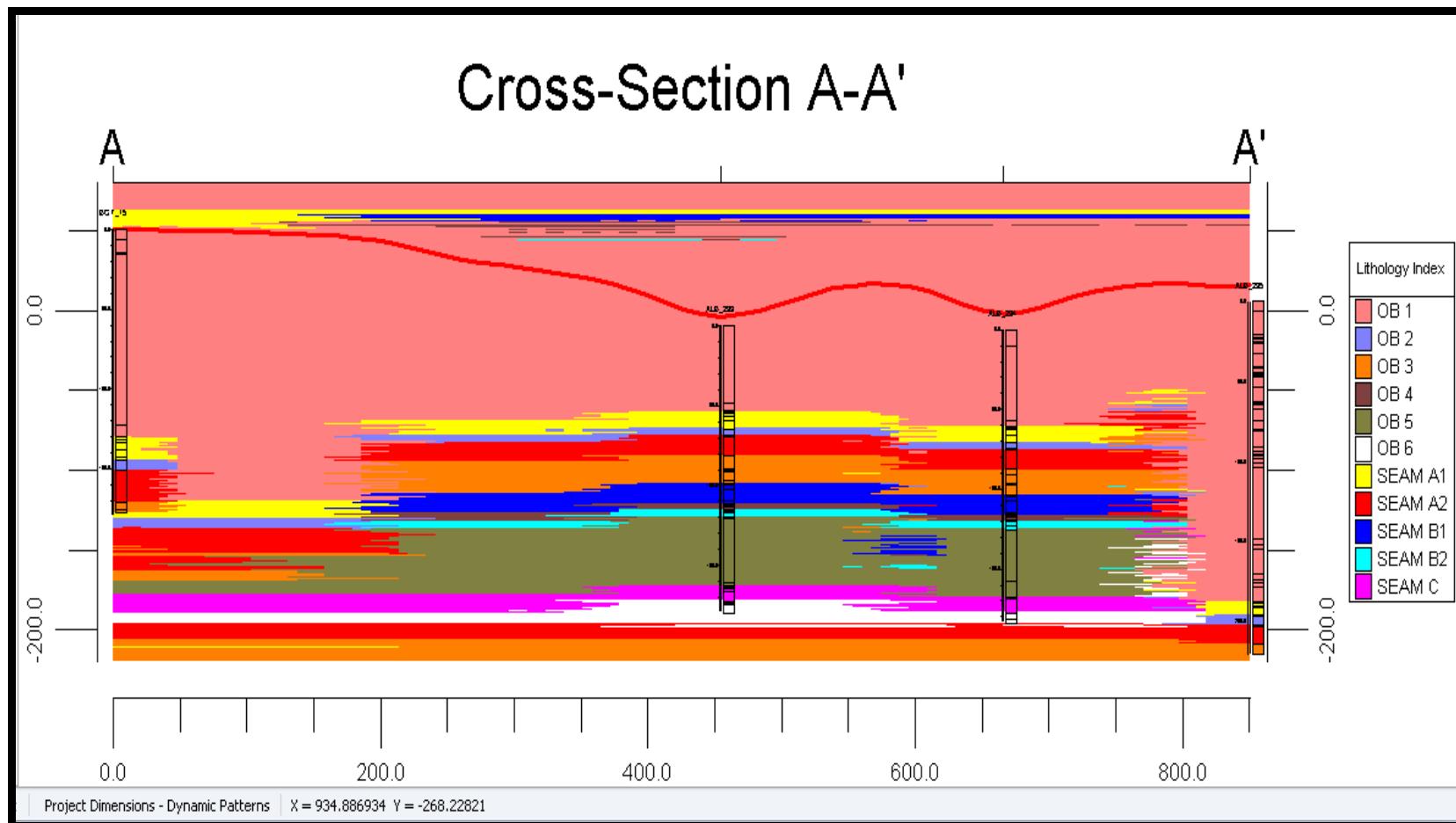
Gambar 30. Hasil Penampang 2D dengan menggunakan *software minescape* untuk Sayatan E - E' dan F - F'



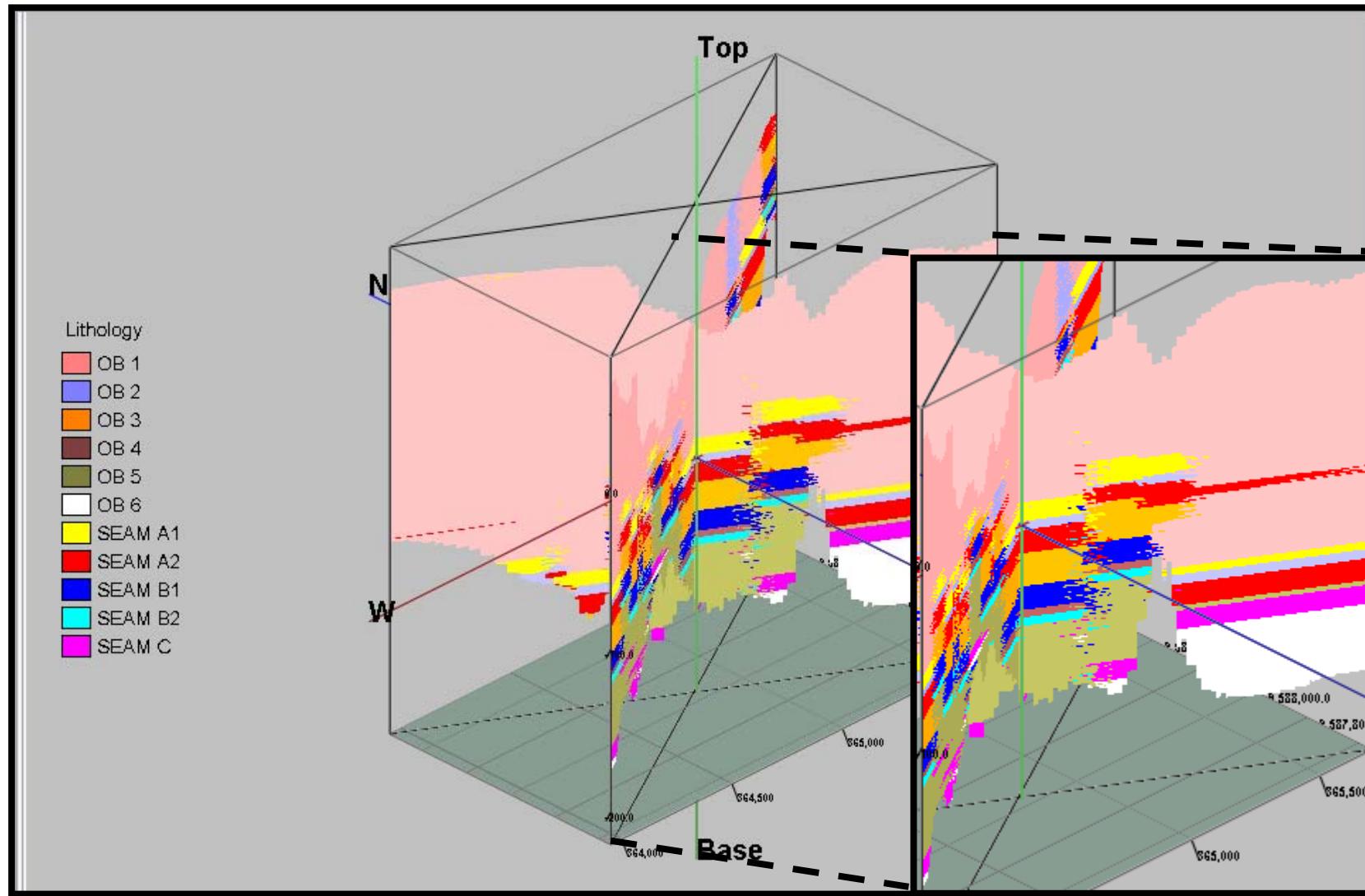
Gambar 31. Hasil Penampang 2D dengan menggunakan *software minescape* untuk Sayatan G - G' dan H - H'



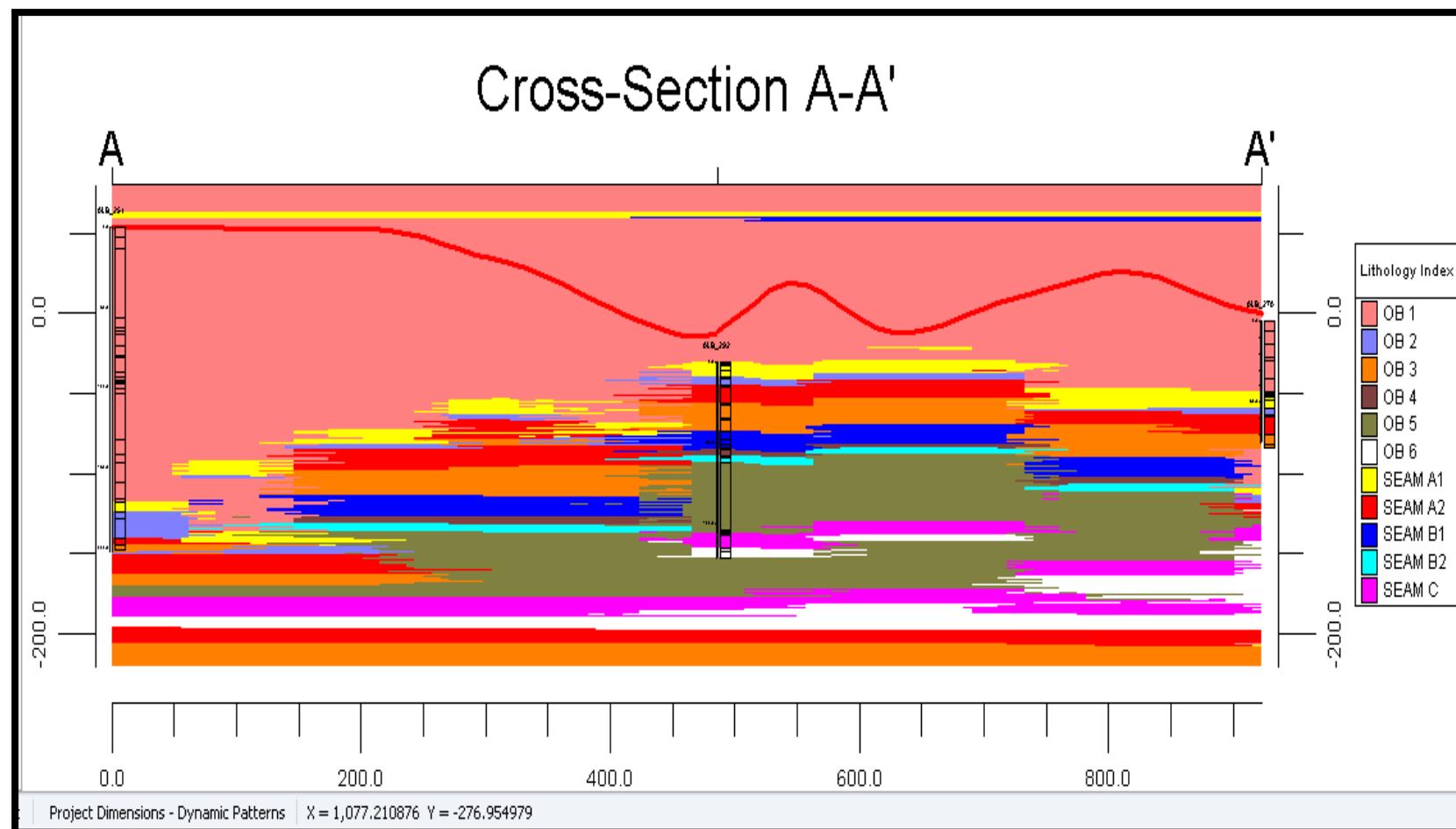
Gambar 32. Hasil Penampang 2D dengan menggunakan *software minescape* untuk Sayatan I - I', J – J' dan K - K'



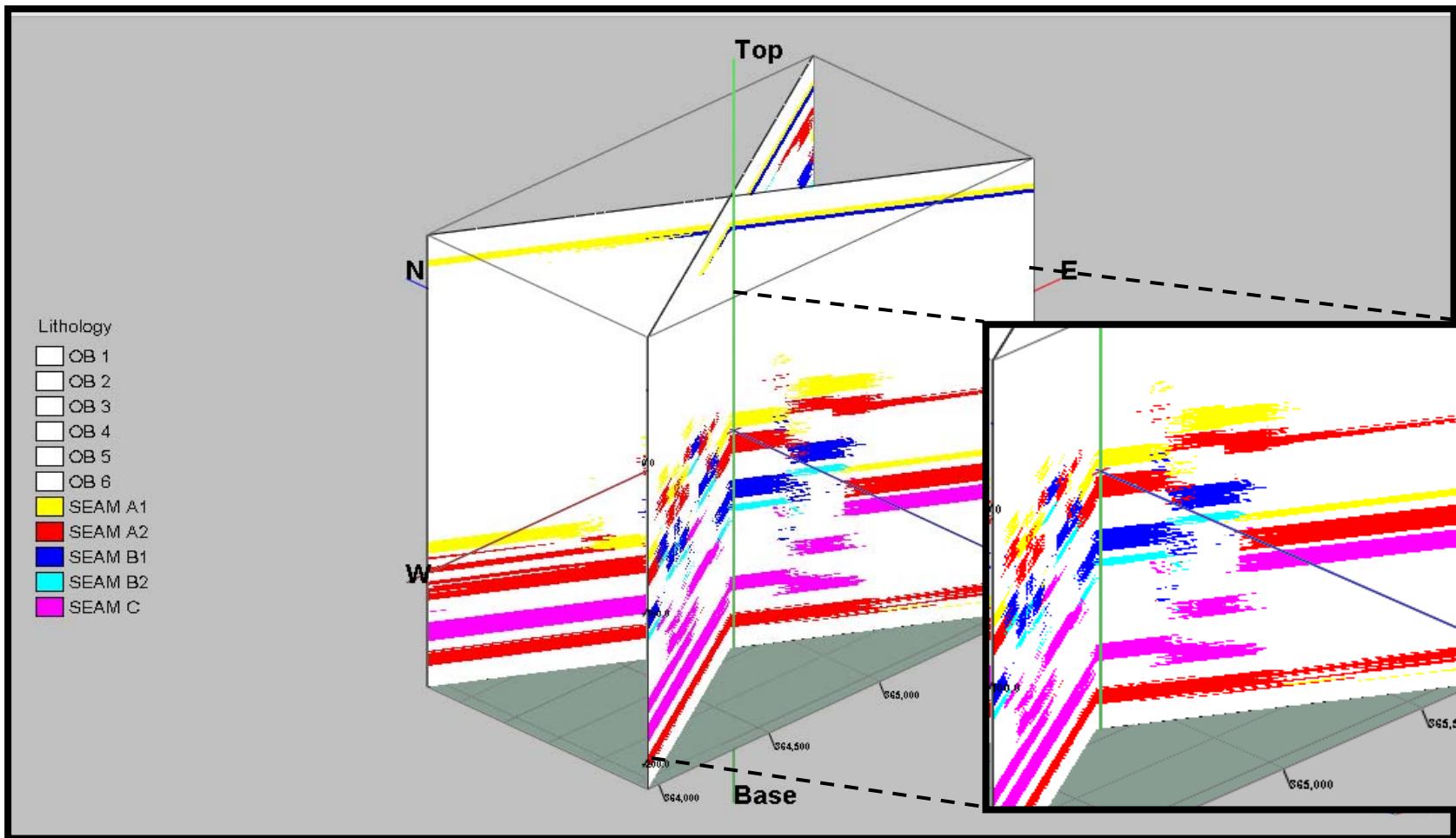
Gambar 33. Hasil dari cross-section A-A' Untuk 4 sumur titik bor pada daerah penelitian, dimana temukan penurunan lapisan batubara, hal ini disebabkan karena adanya struktur patahan



Gambar 35. Hasil dari Fence Selection Map dari 75 titik bor pada daerah penelitian, dimana juga ditemukan terjadi penurunan lapisan batubara, hal ini disebabkan karena adanya struktur patahan



Gambar 34. Hasil dari cross-section A-A' Untuk 4 sumur titik bor (Opada daerah penelitian, dimana temukan penurunan lapisan batubara, hal ini disebabkan karean adanya struktur patahan



Gambar 34. Hasil dari Fence Selection Map dari 75 titik bor pada daerah penelitian, dimana juga ditemukan terjadi penurunan lapisan batubara, hal ini disebabkan karena adanya struktur patahan