

Identifikasi Sebaran Batu Bara dari Data *Well Logging* Menggunakan Metode *Cross Section* (Studi Kasus di PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Kalimantan Timur)

^{1,*}Melisa, ²Djayus, ³Supriyanto

¹*Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

²*Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

³*Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

*Email: melisahutabarat14@gmail.com

ABSTRAK

Eksplorasi merupakan langkah awal dalam tahapan pertambangan yang perlu dilakukan dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sebaran batu bara berdasarkan masing-masing data log dan *volume* secara menyeluruh menggunakan metode *cross section*. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang meliputi data titik koordinat, data *bore hole*, data *Log Gamma* dan *Log Resistivitas*. Data *Bore hole* dianalisis sehingga diketahui kedalaman dan ketebalan batu bara. Selanjutnya ditampilkan sebaran batu bara secara menyeluruh 3D menggunakan *project Cross Section* dan menghitung *volume* batu bara. Hasil penelitian menunjukkan sebaran *seam* batu bara yang paling sedikit yaitu 1 *seam* terdapat pada log KK08 dengan ketebalan rata-rata 0,665 m dan sebaran *seam* batu bara yang paling banyak yaitu 5 *seam* terdapat pada log KK02, dengan ketebalan rata-rata 1,004 m. Ketebalan *seam* batu bara yang paling tebal yaitu, *seam* 7 dan ketebalan *seam* batu bara yang tipis yaitu, *seam* 4. Hasil *project Cross Section* pada lima penampang didapatkan kemiringan *seam* batu bara yang relatif ke arah Barat dimana jurus lapisan batu bara berkisar antara N 190°E – N 200°E dengan *dip* berkisar antara 6° hingga 10°. Total *volume* 52.209.563 m³ dengan *Tonase* sumber daya tertujuk batu bara yaitu 67.872.432 ton/m³.

Kata Kunci : *cross section, seam* batu bara, *volume, Tonase*

ABSTRACT

Exploration is the first step in the mining stage that needs to be done in meeting consumer needs. The purpose of this study was to determine the distribution of coal based on each log and volume data as a whole using the cross-section method. This research uses secondary data which includes coordinate point data, borehole data, Gamma log data, and Resistivity log. Borehole data is analyzed so that the depth and thickness of the coal are known. Furthermore, a comprehensive 3D distribution of coal is displayed using the Cross Section project and calculating the volume of coal. The results showed that the least distribution of coal seams, namely 1 seam, was found in the KK08 log with an average thickness of 0.665 m, and the highest distribution of coal seam, namely 5 seams, was found in the KK02 log, with an average thickness of 1.004 m. The thickness of the coal seam is the thickest, namely, seam 7, and the thickness of the thinnest coal seam, namely, seam 4. The results of the Cross Section project on the five sections obtained that the coal seam slope is relative to the west where the movement of the coal seam ranges from N 190° E - N 200° E with a dip ranging from 6° to 10°. The total volume is 52,209,563 m³ with a tonnage of resources directed towards coal, which is 67,872,432 tons/m³.

Keywords: cross-section, coal *seam, volume, tonnage*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan produksi batubara selama 13 tahun terakhir (2003-2016) menunjukkan peningkatan yang cukup pesat, dengan kenaikan produksi rata-rata 11% per tahun. Pada tahun 2003, produksi batu bara sudah mencapai 114,00 juta ton dan selanjutnya pada tahun 2016 produksi batu bara nasional mencapai 434 juta ton (Direktorat Jenderal Mineral dan Batu bara, 2016). Peningkatan produksi batu bara Indonesia pada umumnya *dipengaruhi* oleh harga batu bara dunia dan permintaan domestik serta permintaan dunia (ekspor) yang terus meningkat setiap tahunnya (Haryadi, 2018).

Salah satu daerah yang memiliki potensi batu bara di Kalimantan Timur yaitu Kutai Kartanegara. Batu bara yang ada di Kutai Kartanegara diolah oleh salah satu perusahaan yaitu PT. Khotai Makmur Insan Abadi merupakan salah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batu bara yang memiliki IUP Operasi Produksi sesuai Keputusan Kepala Badan Perizinan dan Penanaman Modal Daerah Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 12 Agustus 2015.

Kegiatan eksplorasi ini dilakukan guna mencukupi kebutuhan konsumen yang terus meningkat serta inventarisasi bahan galian untuk mengetahui bentuk sebaran maupun jumlah kandungan cadangannya dan kegiatan eksplorasi juga merupakan sebagai langkah awal dalam suatu tahapan pertambangan.

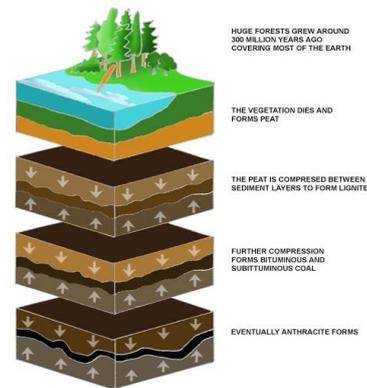
Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas menarik peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul “Identifikasi Sebaran Batu bara Dari Data *Well Logging* Menggunakan Metode *Cross Section*”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sebaran batu bara didaerah penelitian berdasarkan di masing-masing titik log dan mengetahui sebaran batu bara dan *volume* secara menyeluruh menggunakan metode *cross section*.

2. TEORI

Ganesa Batubara

Batu bara adalah sedimen (padatan) yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan yang terhumifikasi, berwarna coklat sampai hitam yang selanjutnya terkena proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun hingga mengakibatkan pengkayaan kandungan C (Anggayana, 2002). Batubara berasal dari sisa tumbuhan yang terakumulasi menjadi gambut yang kemudian tertimbun oleh sedimen, setelah pengendapan terjadi peningkatan temperatur dan tekanan yang nantinya mengontrol kualitas batubara (Cook, 1999).

Proses pembentukan batu bara sendiri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Pembentukan Batu bara (Adrian, 2017).

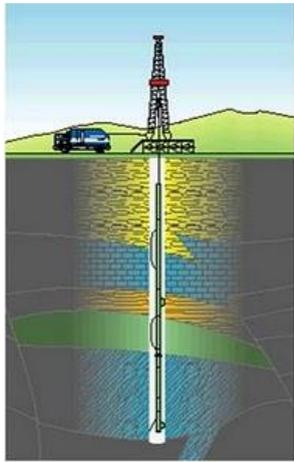
Susunan Formasi Pada Cekungan Kutai

Susunan batuan yang terdapat pada formasi-formasi batuan disekitar daerah penyelidikan, dalam cekungan Kutai, secara regional dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Formasi Bebulu litologi penyusunnya terdiri dari batugamping berwarna putih kekuningan, berlapis (Ardinata, 2019).
- Formasi Pulaubalang tersusun dari perselingan *graywacke* dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batu bara dan *tuff dasit* (Rezkie, 2020). Peselingan batupasir kuarsa, batulempung lanauan dan serpih dengan sisipan napal, batugamping dan batu bara (HP Harkins, 1999).

Well Logging Geofisika

Metode geofisika yang digunakan untuk mendapatkan data geologi batu bara bawah permukaan secara cepat dan tepat yaitu metode *Well Logging*. Metode ini menghasilkan tingkat akurasi data yang relatif tinggi dibandingkan dengan metode lain, sehingga metode ini masih menjadi pilihan utama perusahaan dalam melakukan eksplorasi meskipun memerlukan biaya yang relatif mahal. (Setiahadiwibowo, A., P. 2016).



Gambar 2 Gambar perekaman *Well Logging* (Ellis & Singer, 2007)

Log Gamma Ray

Log Gamma Ray adalah metode yang digunakan untuk mengukur radiasi sinar gamma yang dihasilkan oleh unsur-unsur radioaktif yang terdapat dalam lapisan batuan di sepanjang lubang bor. Unsur radioaktif umumnya banyak terdapat dalam *shale* dan sedikit sekali terdapat dalam *sandstone*, *limestone*, *dolomite*, *coal*, *gypsum*, dll. Log sinar gamma merekam unsur radioaktif dalam skala API (*American Petroleum Institute*) (Erihartanti, 2017).

Log Resistivitas

Resistivity log adalah metode untuk mengukur sifat batuan dan fluida pori seperti minyak, air dan gas disepanjang lubang bor dengan mengukur sifat tahanan kelistrikannya. Metode *resistivity logging* ini dilakukan karena pada hakekatnya batuan, fluida dan hidrokarbon di dalam

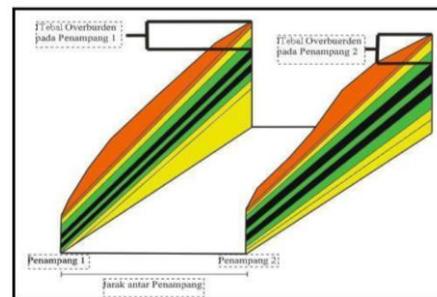
bumi memiliki nilai resistivitas tertentu (Aprilia, 2017).

Metode *Cross Section*

Prinsip dari metode ini adalah pembuatan sayatan pada badan endapan mineral, kemudian di hitung luas masing-masing endapan mineral dan untuk menentukan *volume* dengan menggunakan jarak antar sayatan. Pengaruh penerapan pedoman tersebut dalam perhitungan sumber daya meliputi:

a. Penarikan garis batas sumber daya

Penarikan garis batas sumber daya dengan menerapkan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*), langsung pada titik contoh yang terluar, sehingga titik contoh tersebut terletak pada garis batas sumber daya. Batas daerah pengaruh pada metode *Cross Section* dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*)



Gambar 3 Metode *Cross Section* (Diffiana, 2016).

b. Ketebalan/kedalaman

Penerapan pedoman perubahan bertahap ketebalan di antara dua penampang mempunyai satu nilai yang didapatkan dari interpolasi dua nilai ketebalan penampang tersebut.

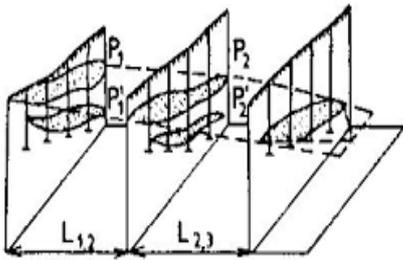
c. *Volume* sumber daya

Volume sumber daya adalah gambaran tiga dimensi dari sumber daya. Perbedaan yang terjadi pada satu dimensi dan dua dimensi akan menjadi perbedaan kumulatif pada perhitungan tiga dimensi (Diffiana, 2016).

Metode *Cross Section* dengan Pedoman Perubahan Bertahap

Pedoman ini merupakan pedoman yang digunakan untuk menentukan batas-

batas daerah pengaruh dalam penentuan luas penampang dengan cara menghubungkan titik terluar dari tiap penampang seperti yang dijelaskan pada Gambar 5. Pedoman ini dapat diterapkan pada metode *cross section*, karena dalam perhitungannya lebar daerah pengaruh penampang tidak selalu dibuat dengan ukuran yang tetap (Diffiana, 2016).



Keterangan:

- P1 = Penampang pertama permukaan atas
- P1' = Penampang pertama permukaan bawah
- P2 = Penampang pertama permukaan atas
- P2' = Penampang pertama permukaan bawah
- L = Jarak penampang

Gambar 4 Metode *Cross Section* dengan pedoman *rule of gradual changes* (Isaaks, 1989).

Metode Perhitungan Volume Batu bara Metode *Triangular Grouping*

Pada cara ini setiap blok dibentuk oleh 3 (tiga) titik bor terdekat sedemikian hingga secara tiga dimensi blok tersebut berbentuk prisma terpancung dengan sisi prisma adalah kedalaman ketiga titik bor tersebut. Titik 1,2,3 akan merupakan penentu besarnya cadangan, jika pembobotan pada titik-titik tersebut sama setiap perhitungan blok. Jika harga titik-titik 1, 2 dan 3 tersebut besar, maka hasil perhitungan akan membesar (*over estimate*), demikian pula sebaliknya (*under estimate*) volume blok dihitung dengan mengalikan luas penampang prisma terpancung dengan tebal rata-rata batu bara/*overburden* (Sari, 2017).

Pada perhitungan *volume* batu bara merupakan salah satu tahap dalam menghitung nilai *stripping ratio*, dimana nilai rata-rata batu bara yang harus diketahui dari setiap titik bor, kemudian di

bagi dengan jumlah titik bor dan di kali dengan luas area titik bor, seperti pada rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Rumus Rata-rata } Tb/To = \frac{k1+k2+k3}{3} \quad (3)$$

$$b. \text{ Rumus } Vb/Vo = \text{Rata-rata } Tb \times \text{luas area} \quad (4)$$

Keterangan :

Tb/To = Tebal batu bara/*overburden*

Vb/Vo = Volume batu bara/*overburden*

k1, = Tebal rata – rata batu bara/Ob

k2, k3 pada titik bor

3 = Jumlah titik bor

(Sari, 2017).

3. METODE

Penelitian dilaksanakan selama 7 bulan yakni dimulai dari bulan Oktober 2020 sampai Maret 2021. Lokasi penelitian dilakukan di PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Kecamatan Tenggarong Sebrang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dan di Laboratorium Geofisika Universitas Mulawarman.

Prosedur pengolahan data pada penelitian ini adalah dikumpulkan data sekunder dari PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Desa Bhuana Jaya dan Desa Bukit Pariaman, Kecamatan Tenggarong Sebrang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dan *Software Rockworks16*. Penelitian ini menggunakan data *Well Logging*, data titik koordinat daerah penelitian dan data bor daerah penelitian. Data bor tersebut didapatkan dari hasil pengeboran dengan metode *open bore hole* dengan titik 10 titik bor.

Selanjutnya melakukan perhitungan sebaran batu bara di masing-masing titik log dan melakukan perhitungan sebaran batu bara secara menyeluruh menggunakan metode *cross section*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Desa Bhuana Jaya dan Desa Bukit Pariaman, Kecamatan

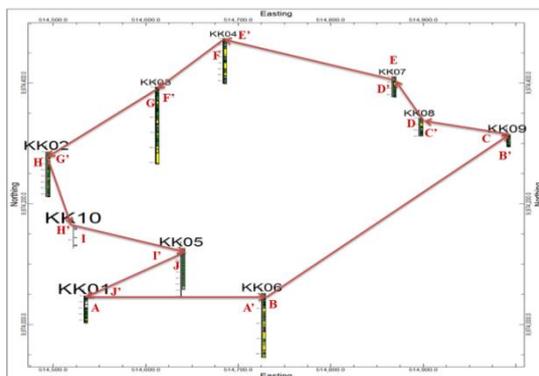
Tenggarong Sebrang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

Lokasi penelitian ini terletak di *Block North* dimana sub *Block* nya terletak di *North West* dengan kemiringan permukaan $5^{\circ} - 10^{\circ}$, sedangkan untuk topografi berkisar antara 198 – 200 meter di atas permukaan laut. PT KMIA terbagi atas beberapa formasi, yaitu formasi Balikpapan, formasi Pulau Balang, dan formasi Bebuluh.

Litologi Batuan

Penelitian ini menggunakan data litologi batuan dari 10 data log. Berdasarkan hasil interpretasi Tabel 1 sebaran *seam* batu bara yang paling sedikit yaitu 2 *seam* terdapat pada log KK08 dengan ketebalan rata-rata 0,665 m dan sebaran *seam* batu bara yang paling banyak yaitu 5 *seam* terdapat pada log KK02, log KK03 dan log KK04 dengan ketebalan rata-rata 1,004 m, 1,652 m dan 1,42 m.

Dengan penyebaran yang berbeda dan jumlah *seam* yang berbeda didapatkan jumlah total *seam* batu bara yaitu 8 *seam* dengan rata-rata ketebalan 11,3035 meter, *seam* batu bara yang paling tebal yaitu *seam* 7 ketebalan batu bara 4,917 m. Sedangkan ketebalan *seam* batu bara yang tipis yaitu, *seam* 4 ketebalan batu bara 0,591 m. Penyebaran *seam* batu bara yang paling banyak terdapat pada *seam* 4, *seam* 5, dan *seam* 6, sedangkan *seam* yang paling sedikit adalah *seam* 1, *seam* 2 dan *seam* 8.



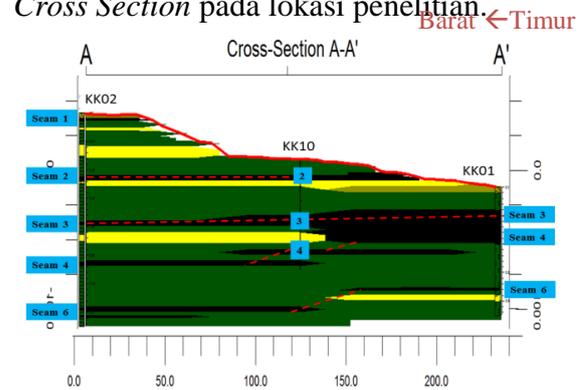
Gambar 5 Peta *project section* menggunakan *software rockwoks16*

Tabel 1 Interpretasi Ketebalan setiap *Seam* pada KK01 sampai KK10

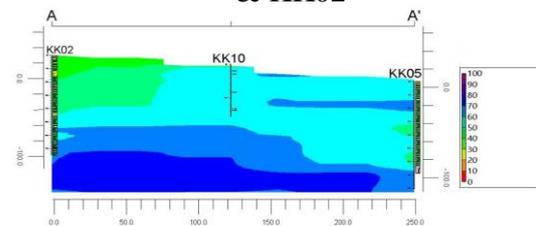
Bore hole	Depth (m) Seam							
	1	2	3	4	5	6	7	8
KK01			0,22	0,32		1,02		
KK02	1,10	1,25	0,85	0,52		1,30		
KK03			0,85	0,40	1,03	1,46	4,52	
KK04				0,29	1,20	1,43	4,15	0,66
KK05				0,57	0,57	1,57	5,64	
KK06				0,61	0,52		5,36	
KK07			0,35	1,20	0,25			
KK08				0,35	0,98			
KK09			0,62	0,30	0,65			
KK10			0,58	1,35				
Total	1,10	0,94	0,694	0,591	0,742	1,373	4,917	0,66

Interpretasi Penampang *Cross Section* Batu Bara pada Setiap Log

Interpretasi yang dilakukan adalah melihat hasil *cross* penampang batu bara, interpretasi *cross* dapat dilakukan dengan menganalisis setiap *seam* pada hasil *project section* dengan tabel litologi log. Gambar 6 menunjukkan hasil *project Cross Section* pada lokasi penelitian.

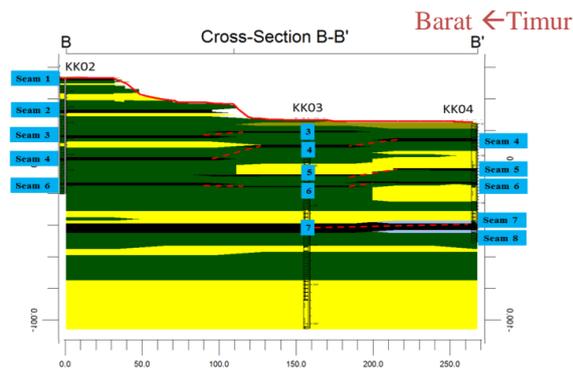


Gambar 6 Hasil *Cross* Penampang Sebaran Batu bara Pada Log KK01, KK10 & KK02



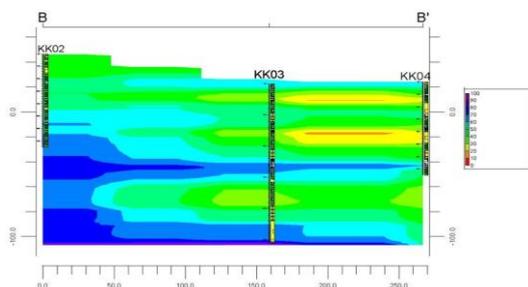
Gambar 7 Hasil *Section Point* Data Pada Log KK01, KK10 & KK02

Berdasarkan Gambar 7, data kedalaman data *Gamma Ray* dan data resistivitas pada log KK01, KK10 dan KK02 dapat dilihat kontur bawah tanah. Dari sebaran warna hijau, biru muda sampai biru tua menunjukkan perbedaan kedalaman setiap log. Dimana perkiraan kedalaman warna hijau sampai biru tua yaitu 30-70 m.



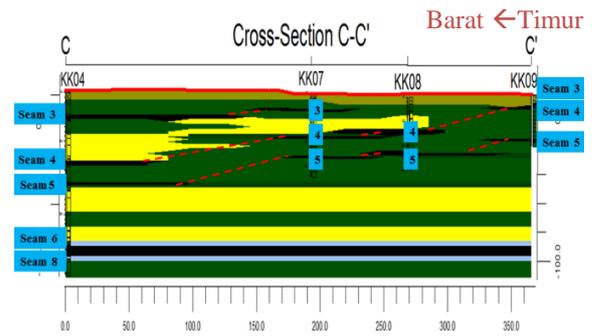
Gambar 8 Hasil *Cross Penampang* Sebaran Batu bara Pada Log KK02, KK03 & KK04

Hasil *Cross Section* pada Gambar 8 menunjukkan bahwa log KK02, KK03 & KK04 memiliki penampang *seam* batu bara yang sama, yaitu *seam 3, seam 4, seam 5, seam 6* dan *seam 7*. Dari sisi barat ke timur *seam* batu bara yang turun yaitu *seam 3, seam 4, seam 5* dan *seam 6* kemudian *seam* batu bara yang menyambung yaitu *seam 7*.



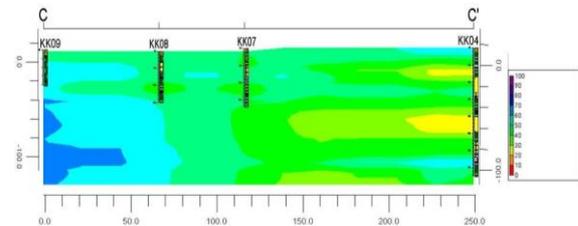
Gambar 9 Hasil *Section Point Data* pada Log KK02, KK03 & KK04

Berdasarkan Gambar 9, data kedalaman, data *Gamma Ray* dan resistivitas pada log KK02, KK3 dan KK04 dapat dilihat kontur bawah tanah. Dari sebaran warna jingga sampai biru tua menunjukkan perbedaan kedalaman setiap log, dimana perkiraan kedalaman warna hijau sampai biru tua yaitu 10-70 m.



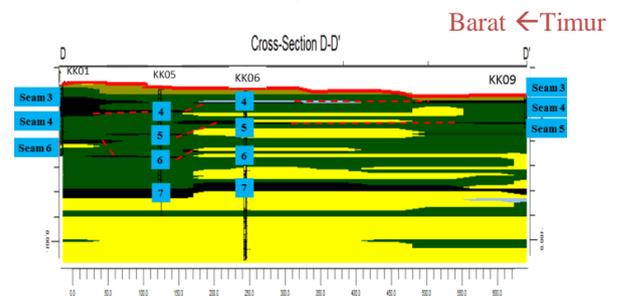
Gambar 10 Hasil *Cross Penampang* Sebaran Batu bara pada Log KK04, KK07, KK08 & KK09

Hasil *Cross Section* pada Gambar 10 menunjukkan bahwa log KK04, KK07, KK08 & KK09 memiliki penampang *seam* batu bara yang sama, yaitu *seam 3, seam 4* dan *seam 5*. Dari sisi barat ke timur *seam* batu bara yang semakin turun yaitu *seam 3, seam 4* dan *seam 5*.



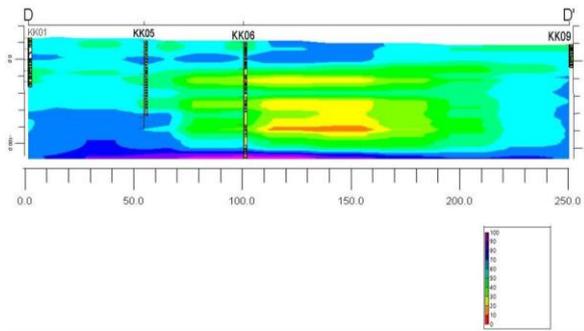
Gambar 11 Hasil *Section Point Data* Pada Log KK09, KK08, KK07 & KK04

Berdasarkan Gambar 11, data kedalaman, data *Gamma Ray* dan resistivitas pada log KK02, KK3 dan KK04 dapat dilihat kontur bawah tanah. Dari sebaran warna jingga sampai biru tua menunjukkan perbedaan kedalaman setiap log. Dimana perkiraan kedalaman warna hijau sampai biru tua yaitu 10-70 m.



Gambar 12 Hasil *Cross Penampang* Sebaran Batu bara pada Log KK01, KK05, KK06 & KK09

Hasil *Cross Section* pada Gambar 12 menunjukkan bahwa log KK01, KK05, KK06 & KK09 memiliki penampang *seam* batu bara yang sama, yaitu *seam 4*, *seam 5*, *seam 6* dan *seam 7*. Dari sisi barat ke timur *seam 4* dan *seam 5* log KK09 ke KK06 menyambung kemudian dari log KK06 ke KK05 *seam 4*, *seam 5* dan *seam 6* semakin turun kemudian dari log KK05 ke KK01 *seam 4* turun kemudian *seam 5* berangsur naik pada sisi barat.



Gambar 13 Hasil *Section Point Data* Pada Log KK01, KK05, KK06 & KK09

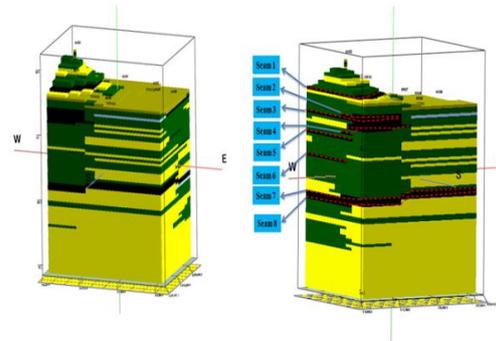
Berdasarkan Gambar 13, data kedalaman, data *Gamma Ray* dan resistivitas pada log KK02, KK3 dan KK04 dapat dilihat kontur bawah tanah. Dari sebaran warna jingga sampai ungu menunjukkan perbedaan kedalaman setiap log. Dimana perkiraan kedalaman warna hijau sampai biru tua yaitu 10-100 m.

Interpretasi Pemodelan Sebaran Batu bara dan *Volume* Batu bara

Pemodelan Sebaran Batu bara pada Gambar 14 didapatkan dengan menggunakan *Software Rockworks16*. Pengolahan pemodelan sebaran batu bara ini ditentukan dengan menggunakan 10 data titik koordinat, kedalaman bor, elevasi, dan litologi.

Berdasarkan Gambar 14 dapat dilihat hasil model penyebaran batu bara tiga dimensi (3D) di daerah penelitian. Model penyebaran batu bara 3D merupakan hasil kombinasi dari model stratigrafi semua litologi dalam *rockwoks* file (*.r3dxml). *Seam* Batu bara di daerah penelitian di identifikasikan sebanyak 8 *seam* batu bara.

Lokasi penelitian ini memiliki *stike* berkisar N 190°E – N 200°E dengan *dip* berkisar antara 6° hingga 10°. Dimana kemiringan *seam* batu bara yang relatif ke arah Barat. Dengan area penelitian Sayap Timur Siklin, Timur Separi.



Gambar 14 Sebaran *Seam* Batu bara 3D

Perhitungan *volume* batu bara di daerah penelitian didapatkan dari hasil ketebalan rata-rata batu bara dikali dengan luasan (*surface*) daerah pengambilan data. Ketebalan rata-rata batu bara daerah penelitian adalah 11,3035 meter. Sedangkan luas daerah penelitian adalah 4.739.000 m². Dimana luas data dengan radius 100 m/titik. Maka perhitungan *volume* batu bara sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Luas Daerah} \times \text{Ketebalan Rata-rata} \\
 &= 4.739.000 \text{ m}^2 \times 11,3035 \text{ m} \\
 &= 49.498.027 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk perhitungan *Tonase* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= V \times BJ \\
 &= 49.498.027 \text{ m}^3 \times 1,3 \\
 &= 64.347.435 \text{ ton/m}^3
 \end{aligned}$$

Penyebaran *seam* batu bara yang tidak teratur pada setiap 8 *seam* dan kemiringannya relatif ke arah Barat kemungkinan besar adanya gaya tektonik, sehingga didapatkan *seam* lapisan batu bara dengan model penampang yang berbeda-beda. Hal kemungkinan lainnya yang terjadi adalah erosi yang juga dapat menyebabkan lapisan batu bara yang tidak menerus. Sedangkan untuk *seam* lapisan batu bara yang sejajar dan saling berhubungan antar lubang bor disebabkan

adanya kesamaan dalam proses pengendapan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebaran *seam* batu bara yang paling sedikit yaitu 1 *seam* terdapat pada log KK08 dengan ketebalan rata-rata 0,665 m dan sebaran *seam* batu bara yang paling banyak yaitu 5 *seam* terdapat pada log KK02, log KK03 dan log KK04 dengan ketebalan rata-rata 1,004 m, 1,652 m dan 1,42 m. Kemudian ketebalan *seam* batu bara yang paling tebal yaitu *seam* 7 ketebalan batu bara 4,917 m, sedangkan ketebalan *seam* batu bara yang tipis yaitu *seam* 4 ketebalan batu bara 0,591 m.

Hasil *project Cross Section* pada lima penampang didapatkan kemiringan *seam* batu bara yang relatif ke arah Barat dimana jurus lapisan batu bara berkisar antara N 190°E – N 200°E dengan *dip* berkisar antara 6° hingga 10°. Dengan area penelitian Sayap Timur Siklin, Timur Separi. Penyebaran *seam* batu bara yang tidak teratur pada 8 *seam* kemungkinan besar adanya gaya tektonik, terjadinya erosi dan adanya kesamaan dalam proses pengendapan. Berdasarkan perkalian luas daerah penelitian dengan tebal rata-rata *seam* didapatkan total *volume* 49.498.027 m³ dengan *Tonase* sumber daya terukur batu bara yaitu 64.347.435 ton/m³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Kalimantan Timur sebagai penyedia data dan ucapan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman penulis yang banyak membantu dalam menyelesaikan studi dan penulisan jurnal ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Adrian, Deddi. 2017. *Identifikasi Sebaran Dan Estimasi Sumber Daya Batu bara Menggunakan Metode Poligon Berdasarkan Intepretasi Data Logging Pada Lapangan*

"Ada" Sumatera Selatan. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika. Lampung.

BPB manual, 1981, *British Petroleum Book*, British company, United Kingdom.

Cahyono, Eko Budi. 2006. *Pengukuran Kandungan Gas Dalam Lapisan Batu bara Di Wilayah Eksplorasi PKP2B Di Provinsi Kalimantan Timur*. Pusat Sumber Daya Geologi.

Diffiana, Defri. 2016. *Estimasi Sumber Pasir Batu Dengan Metode Cross Section Dan Metode Contour Pada Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah*. Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta.

Djuanaedi, E. K. 2006. *Penyelidikan Geofisika Batu bara Dengan Metode Well Logging Di Daerah Musi Banyuasin, Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan* (Lembar Peta 0913-52 dan 0913-61). Sub Direktorat Geofisika dan Pemboran Eksplorasi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.

Ellis, D.M., dan Singer, J.M. 2007. *Well Logging for Earth Scientist Second Edition*. Dordrecht, The Netherlands. Springer.

Erihartanti, dkk. 2017. *Estimasi sumber daya batu bara berdasarkan data Well Logging dengan metode Cross Section di pt. Telen orbit prima desa buhut kab. Kapuas kalimantan tengah*. Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan. Jurnal Fisika FLUX, Vol. 12 No.2

Faisal, ddk. 2012. *Identifikasi Sebaran Batu bara Dari Data Well Logging Di Daerah X, Ampah Barito Timur*. Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Lampung Mangkurat, Banjarbaru. Jurnal Fisika FLUX, Vol 9 No 2.

- Haryadi, dkk. 2018. *Analisis Perkiraan Kebutuhan Batu bara Untuk Industri Domestik Tahun 2020-2035 Dalam Mendukung Kebijakan Domestic Market Obligation Dan Kebijakan Energi Nasional*. Puslitbang Teknologi Mineral Dan Batu bara. Jurnal Teknologi Mineral Dan Batu bara Vol. 14, No. 1
- Haryanto, Iyan. 2008. *Kontrol Struktur Geologi Terhadap Sebaran Batu bara Di Daerah Menukung-Nangapihon Kalimantan Barat*. Laboratorium Geodinamik Fakultas Teknik Geologi UNPAD. Volume 6, Nomor 2: 103-110.
- HS. Martono. 2004. *Prinsip Pengukuran Logging (Dokumen RecsaLOG)*. Bandung.
- Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Nomor; 85.K/HK.02/MEM.B/2021
- Megawati, dkk. 2017. *Penentuan Volume Batu bara Menggunakan Metode Cross Section di PT. Astri Mining Resources Cabang Batu Ampar Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan*. Jurnal Fisika FLUX, 14(2).
- Renaldo, Zanuvar. 2014. *Geologi Dan Karakteristik Reservoir Serta Perhitungan Cadangan Lapisan "Z-12" Formasi Balikpapan Lapangan "Kobes" Cekungan Kutai Kalimantan Timur Berdasarkan Data Log Sumur*. Teknik Geologi UPN "Veteran". Yogyakarta.
- Sasmito, Koeshadi. 2014. *Geologi Dan Pola Sebaran Batu bara Daerah Separi Provinsi Kalimantan Timur*. Teknik Geologi UPN "Veteran". Yogyakarta.
- Satjana, A.H., Nugroho, D., Surantoko, I., 1999. *Tectonic Controls On The Hydrocarbon Habitats Of The Barito, Kutei, And Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia : Major Dissimilarities In Adjoining Basins*. Journal of Asian Earth Sciences 17. p;111-12
- Tobak, Yauri Immanuel.dkk. 2017. *Rancangan Extend Pit Kakao R7 Pada Pebambangan Batu bara PT. Khotai Makmur Insan Abadi, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur*. Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 5, No. 1.
- Triono and Islamiah, D., 2014. *Perhitungan Kemajuan Tambang (Progress Mining) dengan Metode Penampang Melintang di Cv. Wulu Bumi Sakti Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara. Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 2, 37-49.