

ANALISIS NILAI LOG GAMMA RAY DAN LOG DENSITY TERHADAP VARIASI KECEPATAN PEREKAMAN METODE WELL LOGGING “ROBERTSON GEOLOGGING (RG)”

Ulfiatul Khasanah¹, Supriyanto^{1,2,*}, Djayus^{1,3}

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

³Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: khasanahulfiatul@yahoo.co.id

ABSTRACT

The lithology of rocks in the subsurface can be known from the results of analysis of coring and geophysical logging. The activity of recording data geophysical logging in the work area of PT. Mintec Abadi generally uses a velocity of 3 m/minute - 4 m/minute with drill depths and different location points. The purpose of this study was to determine the lithology pattern of rocks based on curves gamma ray log and density with record velocity variation of geophysical logging, and what is the optimal velocity. Records of data geophysical logging (Log Gamma Ray and Density Log) on well log tests with velocity variation, in the same lithology range of rocks, analyzed by the structure and pattern of the lithology, and compared to other velocity. The results of this study shows the lithological pattern of the record velocity variation (1.5 m/minute – 10 m/minute) give relatively the same results with the lithology arrangement is top soil, mudstone, coal and muddy sandstone. The optimal velocity of geophysical logging based on conditions in the work area of PT. Mintec Abadi between 5 m/minute – 7 m/minute.

Keywords: Record Velocity of Well Logging Method, Robertson Geologging (RG)

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya zaman, maka tingkat kebutuhan energi menjadi semakin tinggi. Potensi pengembangan sumber daya pada saat ini membutuhkan waktu yang cukup panjang serta biaya yang cukup besar. Untuk memenuhi kebutuhan energi dalam waktu dekat dan seterusnya, pemerintah sekarang mengupayakan sumber daya yang berasal dari alam, yaitu sumber daya fosil dan batubara. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki beberapa wilayah dengan potensi sumber daya batubara yang cukup baik, salah satunya ialah Kalimantan Timur.

Kegiatan eksplorasi secara berkelanjutan perlu dilakukan guna menyelidiki kemungkinan adanya cadangan sumber daya alam yang terdapat pada suatu wilayah tertentu, untuk

selanjutnya dapat di proses dan dipertimbangkan kembali terkait dengan kegiatan eksploitasinya.

Geofisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang dapat digunakan untuk mengetahui keadaan dan karakteristik-karakteristik material di bawah permukaan bumi berdasarkan sifat-sifat fisisnya melalui pengukuran yang dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode-metode geofisika, seperti metode *Well Logging*. Dalam kegiatan eksplorasi batubara terdapat beberapa jenis metode *well logging* yang digunakan, seperti *log gamma ray*, *log density* dan *log caliper*.

Metode *log gamma ray* merupakan metode *logging* lubang bor dengan memanfaatkan sifat radioaktif alami dari batuan yang di bor. Metode ini dipakai untuk logging

lubang bor yang tidak dapat di *log* secara listrik akibat adanya batang bor (*casing*). Dengan *log sinar gamma* lapisan-lapisan batubara dapat diketahui karena mempunyai nilai *gamma* yang rendah dibandingkan dengan serpihan, lempung atau serpih dalam perlapisan batuan (Iswati, Y. 2012). *Log density* adalah suatu kurva yang memanfaatkan sumber sinar radioaktif untuk mengetahui densitas batuan. Cara ini memberikan data berat jenis dan porositas batuan sepanjang lubang bor. Nilai berat jenis dan porositas batubara sangat berbeda dengan berat jenis dan porositas batuan penutup lainnya. Maka *log density* yang dihasilkan dengan jelas menunjukkan perbedaan (Pameramba, H, 2017).

PT. Mintec Abadi merupakan salah satu perusahaan di Kalimantan Timur yang bergerak di bidang eksplorasi batubara serta melakukan pengujian pada sampel batuan. Berdasarkan referensi dari PT. Mintec Abadi, kegiatan perekaman data geofisika logging dilakukan dengan kecepatan 3 m/min sampai 4 m/min. Mengingat luas dan jauhnya area kerja antara titik bor yang satu dengan yang lainnya, serta biaya operasional yang cukup besar, maka agar target dapat terpenuhi dibutuhkan waktu kerja yang lebih cepat dan tepat.

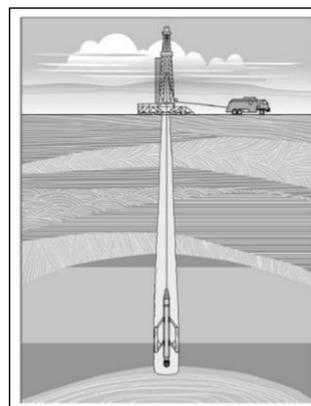
Dengan adanya studi analisis nilai *log gamma ray* dan *log density* terhadap variasi kecepatan perekaman metode *well logging*, maka dapat diketahui bagaimana pola litologi batuan dengan variasi kecepatan perekaman dan mengetahui berapakah kecepatan optimal yang sesuai dalam melakukan perekaman geofisika logging untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya *lost time* dalam serangkaian pekerjaannya.

2. TEORI

Well Logging

Metode geofisika yang digunakan untuk mendapatkan data geologi batubara 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. Metode *well logging* adalah perekaman data secara kontinu dari pengukuran yang dibuat pada satu lubang bor untuk menyelidiki variasi beberapa sifat fisis dari batuan yang berasal dari pengeboran lubang bor (Setiahadiwibowo, A., P. 2016).



Gambar 1 Gambaran Perekaman *Well Logging* (Rahim, Ibrahim, 2015)

Jenis-jenis *Logging*

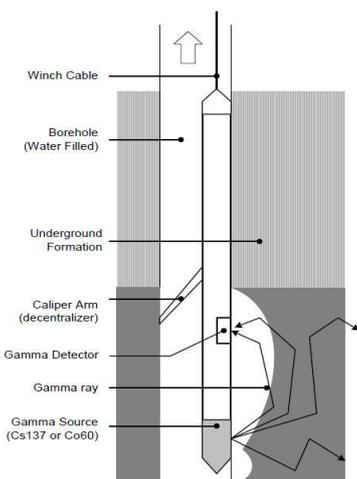
Log gamma ray

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 yang terdapat dalam lapisan batuan tersebut diantaranya *Uranium*, *Thorium*, *Potassium* dan *Radium*. Unsur radioaktif umumnya banyak terdapat dalam *shale* dan sedikit sekali terdapat dalam *sandstone*, *limestone*, *dolomite*, *coal*, *gypsum* dan lain-lain. Oleh karena itu *shale* akan memberikan respon *gamma ray* yang sangat signifikan dibandingkan dengan batuan yang lainnya (Erihartanti., Siregar, S., S., dan Sota, I., 2015)

Log density

Prinsip kerja *density log* adalah dengan jalan memancarkan sinar gamma dari sumber radiasi sinar gamma yang diletakkan pada dinding lubang bor. Pada saat sinar gamma menembus batuan, sinar tersebut akan bertumbukkan dengan

elektron pada batuan tersebut, yang mengakibatkan sinar gamma akan kehilangan sebagian dari energinya dan yang sebagian lagi akan dipantulkan kembali, yang kemudian akan ditangkap oleh detektor yang diletakkan diatas sumber radiasi. Intensitas sinar gamma yang dipantulkan tergantung dari densitas batuan formasi (Darmadi, D., 2015).



Gambar 2 Prinsip Pengukuran Log Densitas (Anshari, F., 2016)

Interaksi Sinar Gamma dengan Materi

Sinar gamma umumnya dikenal sebagai radiasi elektromagnetik yang dihasilkan inti atom. Salah satu karakteristik dari sinar gamma adalah apabila sinar gamma melewati suatu materi, maka sinar gamma akan diserap atau dihamburkan oleh materi. Hal ini yang menyebabkan pelemahan sinar gamma akan meningkat seiring dengan kenaikan tebal absorber. Pelemahan sinar gamma disebabkan oleh tiga buah proses yang independen, yaitu efek fotolistrik, efek Compton dan bentukan pasangan (Wiyatmo, Y., 2006).

Efek Fotolistrik

Peristiwa terlepasnya elektron orbital suatu atom karena interaksi dengan radiasi gamma dinamakan efek fotolistrik [2]. Pada tahun 1901 Planck telah mempublikasikan hasil penemuannya tentang hukum radiasi cahaya elektromagnetik. Planck mendapatkan bahwa kuantum yang berpautan

dengan frekuensi tertentu dari cahaya, semuanya harus berenergi sama dan bahwa energi E ini berbanding lurus dengan ν .

$$E = h\nu \quad (1)$$

Dimana :

E = energi kuantum

h = tetapan Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s)

ν = frekuensi

Momentum dari sebuah foton berenergi E adalah :

$$p = E/c \quad (2)$$

dengan menggabungkan Persamaan (1) dan (2) kita akan mendapatkan hubungan antara panjang gelombang dan momentum foton, yaitu:

$$p = h/\lambda \quad (3)$$

(Krane, K. S., 2014).

Efek Compton

Salah satu cara radiasi berinteraksi dengan atom adalah melalui efek Compton, dimana radiasi akan dihamburkan ketika sinar gamma berinteraksi dengan elektron bebas. Proses hamburan ini dianalisis sebagai suatu interaksi antara sebuah foton dengan sebuah elektron yang kita anggap diam (Krane, K. S., 2014).

Produksi Pasangan

Proses lain yang dapat terjadi apabila foton menumbuk atom adalah produksi pasangan, dimana seluruh energi foton hilang dan membentuk dua buah partikel yaitu elektron dan positron. Proses ini terjadi dimana sebelum bertumbukan elektron tersebut tidak ada (elektron ini bukanlah elektron milik atom). Energi foton hilang dalam proses ini dan berubah menjadi energi relativistik positron E_+ dan elektron E_- :

$$h\nu = E_+ + E_- \quad (4)$$

(Krane, K. S., 2014).

3. METODE

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, kegiatan yang dilakukan meliputi pengambilan data dan melakukan analisis data. Perekaman data geofisika logging

dilakukan pada bulan Januari dan bulan Maret 2018. Sedangkan pengambilan data dan analisis data dimulai dari bulan Juli 2018 sampai dengan bulan Oktober 2018. Penelitian ini bertempat di area kantor PT. Mintec Abadi, Batu Kajang, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Penelitian ini menggunakan salah satu lubang bor uji PT. Mintec Abadi dengan arah vertikal.

Secara umum prosedur pengambilan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perangkaian alat logging yang dibantu dan diawasi oleh tim logging PT. Mintec Abadi.
2. Melakukan perekaman data diawali dengan memasukkan alat detektor ke dalam lubang bor, yaitu *vertical sonde* dan dilanjutkan dengan perekaman data dengan menggunakan alat logging *density sonde* dengan kedalaman yang telah ditentukan.
3. Melakukan tahap interpretasi data geofisika logging berdasarkan hasil dari variasi kecepatan rekam yang telah dilakukan.
4. Melakukan analisis data.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

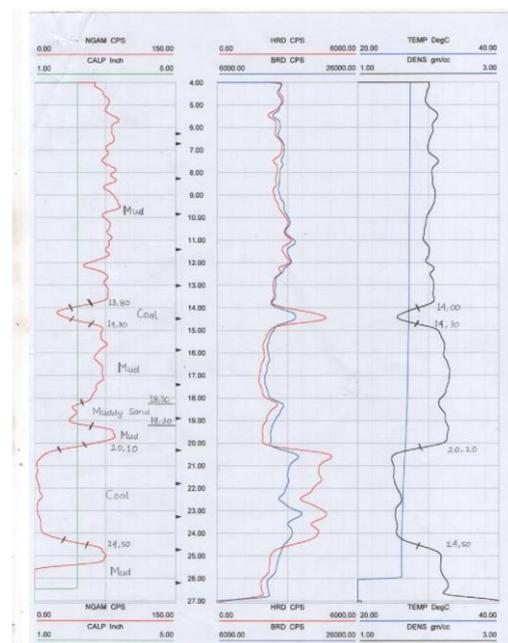
PT. Mintec Abadi memiliki SOP (*Standard Operational Procedure*) dalam proses interpretasi data geofisika logging untuk beberapa parameter litologi batuan seperti berikut:

Tabel 1 Parameter Litologi Batuan PT. Mintec Abadi

No	Litologi	Nilai Gamm a Ray (CPS)	Nilai Densit y (gr/cc)	HR D dan BRD
1.	Batubara	0 ~ 30	1,2 ~ 1,6	HRD > BRD
2.	<i>Sandston</i>	15 ~ 35	> 1,6	HRD

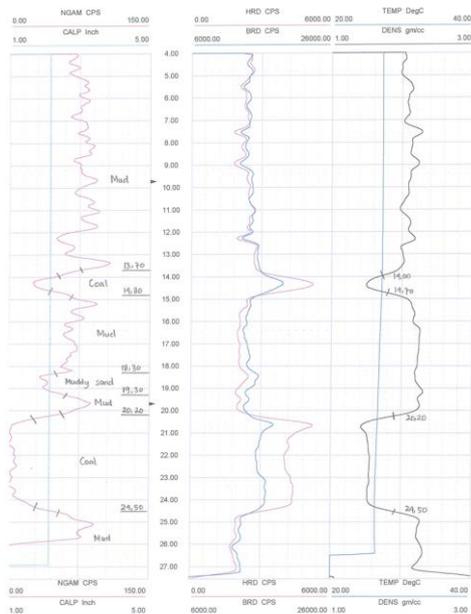
	<i>e</i>			< BRD
3.	<i>Muddy Sandston e</i>	35 ~ 60	> 1,6	HRD < BRD
4.	<i>Mudstone</i>	60 ~ 120	> 1,6	HRD < BRD

Hasil penelitian dari berbagai macam variasi kecepatan perekaman geofisika logging ditampilkan dalam bentuk kurva logging. Kecepatan perekaman terdiri dari beberapa variasi kecepatan, dimulai dari 1,5 m/min – 10,0 m/min. Berdasarkan hasil interpretasi data *logging*, pada lubang bor



uji ini terdapat beberapa litologi batuan di antaranya yaitu *coal* (batubara), *mudstone* dan *muddy sandstone*.

Gambar 3 Kecepatan 1,5 m/min



Gambar 4 Kecepatan 10,0 m/min

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan hingga kedalaman 25 m, dapat dilihat bahwa pada lubang bor tersebut terdapat 2 *seam* batubara dengan ketebalan yang berbeda. Berikut merupakan beberapa pengelompokkan data kurva dari litologi batuan yang telah didapatkan berdasarkan variasi kecepatan perekaman yang telah dilakukan :

Tabel 2 Posisi *Gamma Ray* dan *Density* Batubara 1

No.	Kecepatan (m/min)	Posisi <i>Gamma Ray</i> (m)	Posisi <i>Density</i> (m)
1.	1,5	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
2.	2,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
3.	3,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
4.	4,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
5.	5,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
6.	6,0	13,80 –	14,00 –

		14,70	14,70
7.	7,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
8.	8,0	13,80 – 14,70	14,00 – 14,70
9.	9,0	13,90 – 14,70	14,00 – 14,70
10.	10,0	13,70 – 14,80	14,00 – 14,70

Dapat dilihat pada **Tabel 2** bahwa pada litologi batubara 1 terdapat beberapa perbedaan nilai *top* dan *bottom* batubara yang terdapat pada kurva *log gamma ray*, yaitu pada kecepatan 1,5 m/min – 8,0 m/min menunjukkan nilai *gamma ray* batubara pada kedalaman yang sama (13,80 m – 14,70 m) dan berbeda pada kecepatan 9,0 m/min – 10,0 m/min.

Berbeda halnya dengan nilai *density*. Pada kurva *log density*, kecepatan 1,5 m/min – 10,0 m/min menunjukkan kedalaman yang sama pada litologi batubara 1, yaitu terletak pada kedalaman 14,00 m – 14,70 m.

Tabel 3 Posisi *Gamma Ray* dan *Density* Batubara 2

No.	Kecepatan (m/min)	Posisi <i>Gamma Ray</i> (m)	Posisi <i>Density</i> (m)
1.	1,5	20,10 – 24,50	20,20 – 24,50
2.	2,0	20,10 – 24,50	20,20 – 24,50
3.	3,0	20,00 – 24,50	20,20 – 24,50
4.	4,0	20,00 – 24,50	20,20 – 24,50
5.	5,0	20,10 – 24,50	20,20 – 24,50

6.	6,0	20,10 – 24,50	20,20 – 24,50
7.	7,0	20,10 – 24,50	20,20 – 24,50
8.	8,0	20,20 – 24,50	20,20 – 24,50
9.	9,0	20,20 – 24,50	20,20 – 24,50
10.	10,0	20,20 – 24,50	20,20 – 24,50

Pada **Tabel 3** terdapat beberapa perbedaan nilai lapisan atas batubara yang terdapat pada kurva *log gamma ray*. Pada lapisan ini, kurva *log gamma ray* dengan kecepatan 1,5 m/min – 2,0 m/min menunjukkan nilai *gamma ray* pada kedalaman yang sama, yaitu 20,10 m – 24,50 m. Sedangkan pada kecepatan 3,0 m/min – 4,0 m/min nilai *gamma ray* untuk batubara pada lapisan ini terdapat pada kedalaman 20,00 m – 24,50 m. Kemudian pada kecepatan 5,0 m/min – 7,0 m/min nilai *gamma ray* kembali menunjukkan litologi batubara pada kedalaman 20,10 m – 24,50 m. Perbedaan nilai *gamma ray* mulai terlihat kembali pada kecepatan 8,0 m/min – 10 m/min, dimana pada kecepatan ini nilai *gamma ray* untuk batubara terletak pada kedalaman 20,20 m – 24,50 m.

Sedangkan pada kurva *log density*, litologi batubara 2 ini terletak pada kedalaman yang relatif sama. Nilai *density* untuk litologi batubara ditunjukkan pada kedalaman 20,20 m – 24,50 m untuk kecepatan 1,5 m/min – 10,0 m/min.

Berdasarkan hasil dan analisis data, didapatkan bahwa pola litologi batuan dari kecepatan perekaman 1,5 m/min – 10,0 m/min memberikan hasil yang relatif sama. Hal ini dapat disebabkan karena pada proses perekaman geofisika logging,

interaksi sinar gamma terhadap materi di sekitarnya memanfaatkan gelombang elektromagnetik, dimana gelombang elektromagnetik tersebut menggunakan kecepatan cahaya sebesar 3×10^8 m/s. Sedangkan proses penurunan log dan proses perekaman data geofisika logging pada penelitian ini hanya menggunakan kecepatan yang klasik, yaitu 1,5 m/min – 10,0 m/min, dimana kecepatan ini sangat berbeda jauh dari kecepatan cahaya pada gelombang elektromagnetik, sehingga kecepatan tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap kurva log dan hasil yang didapatkan relatif sama.

Kecepatan 5,0 m/min – 7,0 m/min dapat direkomendasikan untuk dapat diterapkan dalam kegiatan geofisika logging selanjutnya, karena dapat mempersingkat waktu pengambilan data dan hasil yang didapatkan tetap mendekati nilai yang sebenarnya. Dengan catatan kecepatan yang digunakan harus menyesuaikan dengan situasi dan kondisi yang ada di lapangan. Meskipun kecepatan 8,0 m/min – 10,0 m/min menunjukkan hasil yang hampir sama seperti kecepatan yang sebelumnya, namun kecepatan tersebut terlalu beresiko digunakan apabila tidak menyesuaikan dengan kondisi di lapangan karena alat terlalu cepat bergerak pada saat perekaman.

5. KESIMPULAN

1. Pola litologi batuan berdasarkan pola perambatan log pada variasi kecepatan perekaman logging, ternyata tidak berpengaruh terhadap pola pergerakan log, sehingga memberikan hasil yang relatif sama. Hal ini disebabkan karena pada proses logging, interaksi sinar gamma dengan materi memanfaatkan kecepatan gelombang elektromagnetik, sedangkan penurunan log dan proses perekaman data logging menggunakan kecepatan yang klasik (manual) dan sangat kecil apabila dibandingkan dengan kecepatan gelombang elektromagnetik.

2. Berdasarkan variasi kecepatan perekaman data logging, ternyata masing-masing kecepatan menghasilkan nilai yang hampir sama, sehingga sepanjang rentang kecepatan 1,5 m/min – 10,0 m/min dapat digunakan dalam kegiatan perekaman data geofisika logging. Dari hasil analisis dan pembahasan, maka kecepatan 5,0 m/min – 7,0 m/min termasuk ke dalam kecepatan yang cukup optimal sehingga dapat direkomendasikan untuk dapat diterapkan dalam kegiatan geofisika logging selanjutnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, F. (2016), Identifikasi Pola Sebaran Seam dan Perhitungan Sumber Daya Batubara Menggunakan Interpretasi Data Log Geofisika Pada Lapangan “F” Lahat, Sumatera Selatan. Universitas Lampung.
- Darmadi, D. (2015), Analisis Data Well Logging Untuk Rekonstruksi Lingkungan Pengendapan Batubara Daerah Pangandonan, Sumatera Selatan. Universitas Lampung.
- Erihartanti., Siregar, S., S., dan Sota, I. (2015), Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Well Logging dengan Metode Cross Section di PT. Telen Orbit Prima Desa Buhut Kab. Kapuas Kalimantan Tengah. Universitas Lambung Mangkurat.
- Iswati, Y. (2012), *Analisis Core dan Defleksi Log Untuk Mengetahui Lingkungan Pengendapan dan Menentukan Cadangan Batubara di Banko Barat Pit 1, Sumatera Selatan.* Universitas Lampung.
- Krane, K. S. (2014), *Fisika Modern.* Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Pameramba, H. (2017), Identifikasi Penyebaran dan Analisis Stripping Ratio Mining Batubara dengan Menggunakan Data Geofisika Logging Pada Lapangan “DK” di Daerah Lahat, Sumatera Selatan. Universitas Lampung.
- Rahim, Ibrahim (2015), Interpretasi Sebaran Batubara dan Analisis Korelasi Antara Log Densitas dengan Kualitas Batubara di Daerah Gunung Mas. Vol: 12, No: 1, Jurnal Fisika Fukx.
- Setiahadiwibowo, A., P. (2016), Analisis Karakteristik Batubara Berdasarkan Rekaman Well Logging di Daerah Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah. UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Sulistiyono, A., Siswanti, A., Rohman, F., Humani, F., dan Sabil, H. Menentukan Besarnya Gaya Kuantum Planck dengan Metode Efek Fotolistrik. Universitas Diponegoro.
- Wiyatmo, Y. (2006), *Fisika Nuklir.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.