



BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Batubara merupakan batuan sedimen yang dapat terbakar berasal dari tumbuhan, berwarna coklat sampai hitam, yang sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya. Kandungan utama batubara adalah atom karbon, hidrogen, dan oksigen. Endapan batubara adalah endapan yang mengandung hasil akumulasi material organik yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami proses lithifikasi untuk membentuk lapisan batubara (Larry Thomas, 2002).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan batubara yaitu waktu geologi, posisi geotektonik, iklim, metamorfosa organik, suplai tumbuhan, kondisi geografi, proses pembusukan. Pola sebaran dan kemenerusan lapisan batubara merupakan parameter di dalam geometri lapisan batubara. Pola sebaran dan kemenerusan lapisan batubara yang bervariasi dikendalikan oleh proses-proses geologi, baik yang berlangsung bersamaan atau setelah pembentukan batubara. Untuk dapat memahami geometri lapisan batubara, maka proses-proses geologi yang berlangsung bersamaan atau setelah pembentukan batubara perlu dipahami dengan baik (Kuncoro, 2000).

Salah satu metode geofisika yang digunakan dalam eksplorasi batubara bawah permukaan adalah metode well logging. Menurut Harsono (1997), metode Well Logging adalah suatu perekaman besaran-besaran fisis di sumur pemboran yang biasanya dilakukan dari dasar sumur kemudian ditarik ke atas secara perlahan-lahan dengan maksud agar sensor atau probe yang diturunkan ke dalam sumur lubang bor mendeteksi batuan di dinding sumur. Metode ini dapat mengetahui gambaran dan menilai batuan-batuan yang mengelilingi lubang bor serta dapat memberikan keterangan kedalaman lapisan yang mengandung mineral batubara. Oleh karena itu, analisis data well logging penting untuk menghasilkan interpretasi karakteristik lapisan batubara.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran dan ketebalan lapisan batubara menggunakan data well logging pada area Pit Jongkang, PT Bukit Baiduri Energi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat dalam perencanaan serta pengembangan wilayah tambang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, permasalahan yang ingin dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola penyebaran lapisan batubara di masing-masing titik bor berdasarkan data well logging dan hasil korelasi yang ada di PT Bukit Baiduri Energi?



gaimana rata-rata ketebalan tiap seam batubara yang terdapat di PT Bukit Baiduri Energi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pola sebaran batubara di PT Bukit Baiduri Energi berdasarkan data well logging dan hasil korelasi.
2. Untuk mengetahui rata-rata ketebalan tiap seam batubara di PT Bukit Baiduri Energi berdasarkan data well logging.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang geologi, khususnya terkait pengetahuan dan keilmuan mengenai Pola sebaran lapisan batubara dan ketebalan berdasarkan data well logging.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian berupa data bor (data collar), data well logging (data LAS) dan data litologi.
2. Hanya mencakup pada arah pola sebaran dan bagaimana kondisi ketebalan setiap seam batubara dari hasil analisa data well logging yang diperoleh dari PT. Bukit Baiduri Energi, desa Loa Janan, kecamatan Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.
3. Pengolahan data untuk di aplikasi starter dibantu oleh pihak perusahaan karena keterbatasan waktu untuk mempelajari dan laptop yang belum memadai untuk aplikasi tersebut.

1.6 Teori

1.6.1 Geologi Regional

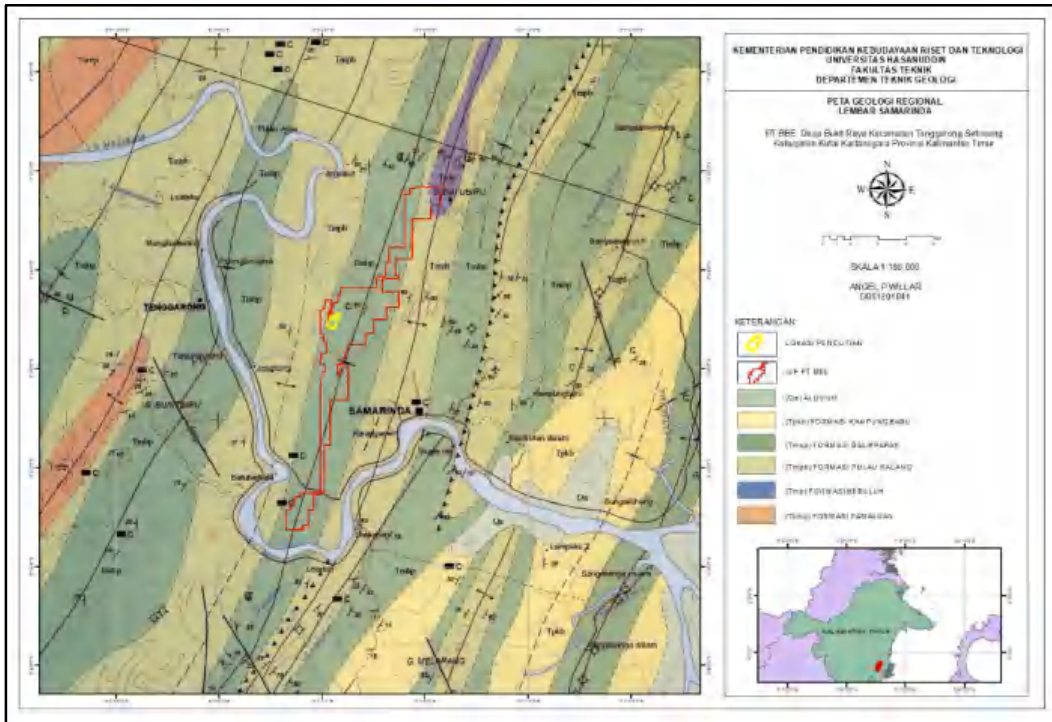
Geologi Regional merupakan informasi tentang tatanan geologi suatu daerah dengan cakupan dan skala yang relatif luas. Indonesia, termasuk Kalimantan, dikenal memiliki kondisi tektonik yang kompleks akibat pengaruh interaksi antara tiga lempeng utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia (Hamilton, 1979). Proses tektonik tersebut berperan penting dalam pembentukan cekungan-cekungan sedimen besar di Kalimantan, salah satunya adalah Cekungan Kutai.

Cekungan Kutai secara regional merupakan bagian kerangka tektonik daerah Kalimantan Timur, bahwa struktur di Cekungan Kutai dipengaruhi oleh proses pengangkatan tinggian kucing akibat subduksi di Laut Cina Selatan yang



Atkan terbentuknya struktur lipatan, salah satunya adalah Antiklinorium dengan arah sumbu relatif timur laut-barat daya (Ott, 1987). Daerah termasuk ke dalam cekungan Kutai dan geologi regional Samarinda.

Berdasarkan Peta Geologi Regional lembar Samarinda, daerah penelitian ini berada pada Formasi Balikpapan. Formasi daerah penelitian ini berbatasan dengan formasi Pulau Balang pada peta regional lembar Samarinda.



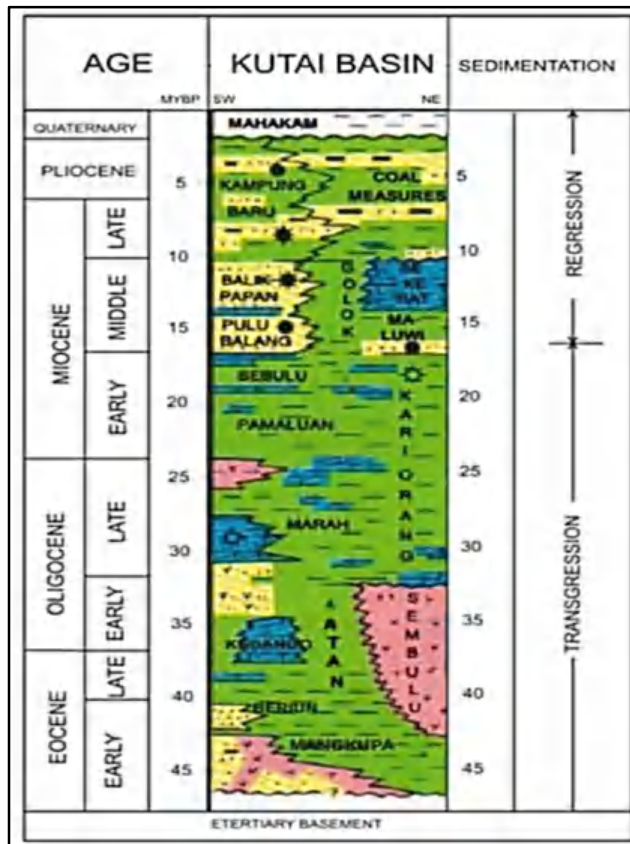
Gambar 1 Peta Geologi Regional Lembar Samarinda

Stratigrafi Regional



Stratigrafi regional dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai beberapa formasi batuan yang terdapat di daerah penelitian. Stratigrafi Cekungan Kutai berkembang sejak umur pertengahan Eosen sampai Eosen Atas. Endapan sedimen tersebut memperlihatkan siklus transgresif dan regresif. Sedimen-sedimen Tersier yang diendapkan di Cekungan Kutai bagian timur memiliki ketebalan yang cukup tebal dengan fasies pengendapan yang berbeda-beda sehingga didalam pustaka ditemukan nama-nama formasi endapan yang berbeda satu sama lainnya. Endapan-endapan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2**

Suksesi stratigrafi tersier Cekungan Kutai dimulai dengan pengendapan sedimen alluvial Formasi Kiham Halo pada cekungan bagian dalam (Satyana dkk., 1999). Cekungan Kutai mulai mengalami masa penyurutan melalui Paleosen akhir ± Eosen Tengah hingga Oligosen, akibat adanya rifting basement, dan menjadi tempat pengendapan Mangkupa Serpih di lingkungan laut marginal hingga terbuka. Beberapa siliklastik yang lebih kasar, Pasir Berium, adalah terkait secara lokal dengan urutan serpih, menunjukkan adanya interupsi penurunan Cekungan Kutai yang diakibatkan oleh pengangkatan (Satyana, 1999).



Gambar 2 Kolom Stratigrafi Cekungan Kutai (Satyana dkk, 1999)



berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Samarinda (S. Supriatna dkk., 2000). Hasil penelitian termasuk dalam cekungan Kutai yang terbentuk pada Zaman Tersier dan berdasarkan stratigrafi regional daerah Samarinda dan sekitarnya juga terdapat berbagai macam batuan mulai dari batuan vulkanik, beku dan sedimen. Urutan stratigrafi Cekungan Kutai berdasarkan waktu terbentuknya dari tua ke muda, adalah:

(Tmp) Formasi Pamaluan : Formasi ini terdiri dari Batupasir dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau, batubara dan batugamping. Formasi Pamaluan tersingkap pada daerah yang luas, menempati daerah topografi rendah. Dari litologi penyusunan Formasi Pamaluan terlihat bahwa bagian bawah formasi ini berada dalam lingkungan delta plain dengan terdapatnya batubara. Formasi ini terbentuk pada kala Oligosen Akhir hingga Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan berupa laut dangkal.

(Tmb) Formasi Bebuluh : Formasi ini terdiri dari Batugamping pasiran dan serpih, berumur Miosen Awal hingga bawah. Formasi ini berhubungan menjemari dengan Formasi Pamaluan dan ditindih secara selaras oleh Formasi Balang.

(Tmpt) Formasi Pulau Balang : Formasi ini terdiri dari sandstone (greywacke), batupasir kuarsa, batugamping, tufa pasir dan batubara. Formasi ini terbentuk di lingkungan delta pada kala miosen Awal hingga miosen Tengah. Formasi ini dapat dibedakan dari formasi lainnya karena perlapisannya sangat bagus dan relatif lebih resisten terhadap pelapukan dibandingkan formasi-formasi lain.

(Tmbp) Formasi Balikpapan : Formasi ini terdiri dari Batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, batulanau, batugamping dan batubara. Formasi ini terbentuk di lingkungan delta pada kala miosen Tengah- miosen Akhir. Pada batupasir kuarsa ini berkembang sekuen menghalus keatas dari batupasir ke konglomeratan, batupasir halus menjadi mudstone. Mudstone di atasnya secara umum silt dengan batas tegas. Kadang-kadang pada bagian atas sekuen terendapkan batubara.

(Tmptk) Formasi Kampungbaru : Formasi ini terdiri dari litologi batupasir kuarsa lepas dengan sisipan batulempung, batulanau, serpih dan batubara muda (lignite). Formasi ini berumur Miosen Akhir-Pliosen akhir dengan lingkungan pengendapannya delta.

(Qal) Endapan Aluvial : Merupakan batuan termuda di dalam Cekungan Kutai, terdiri dari endapan pasir, lumpur, dan kerikil yang diendapkan di lingkungan sungai, rawa, delta, dan pantai.

1.6.1.2 Struktur Regional

Cekungan Kutai terbentuk karena proses pemekaran pada kala Eosen Tengah diikuti oleh fase pelinturan dasar cekungan yang berakhir pada Oligosen Akhir. Peningkatan tekanan karena tumbukan lempeng mengakibatkan pengangkatan dasar cekungan ke arah barat laut yang menghasilkan siklus regresif utama sedimentasi klastik di Cekungan Kutai, dan tidak terganggu sejak Oligosen Akhir hingga sekarang (McClay dkk., 2000). Cekungan Kutai dibatasi oleh Sesar Sangkulirang pada bagian utara dan Sesar Adang pada bagian selatan yang



di diperkirakan terbentuk pada kala Eosen. Lapisan batuan Sedimen pada Cekungan Kutai telah membentuk sejumlah antiklin dan sinklin yang dikenal sebagai cekungan Samarinda. Lipatan pada daerah ini umumnya berarah timur laut hingga barat daya. Bentuk lipatan ini pada umumnya tidak simetris dengan kemiringan lapisan pada bagian barat lebih terjal dibandingkan bagian timur, hal ini diakibatkan oleh adanya gaya kompresi yang kuat dan gaya berat ke sebelah timur. Struktur geologi Cekungan Kutai yang berkembang adalah perlipatan yang relatif sejajar dengan garis Pantai timur daerah Kalimantan Timur. Pada bagian utara Cekungan Kutai, pola umum perlipatan mempunyai arah utara-selatan sedangkan Cekungan Kutai bagian selatan berarah baratdaya-timurlaut (Gambar 3). Guntoro (1998) dalam Meta (2011), menyatakan bahwa tatanan tektonik yang ada pada Cekungan Kutai dapat dilihat sebagai hasil dari interaksi antara lempeng Pasifik, Australia, dan Eurasia.



Gambar 3 Struktur Geologi Regional Cekungan Kutai
 (McClay dkk, 2000)

1.6.2 Batubara

Batubara adalah batuan 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



mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya (Wolf, 1984 dalam Na, 2002).

Untuk menjadi batubara, ada beberapa tahapan penting yang harus lewati batuan dasar pembentuknya (tumbuhan). Tahapan penting tersebut yaitu: tahap pertama adalah terbentuknya gambut (*peatification*) yang merupakan proses mikrobial dan perubahan kimia (*biochemical coalification*). Serta tahap berikutnya adalah proses-proses yang terdiri dari perubahan struktur kimia dan fisika pada endapan pembentuk batubara (*geochemical coalification*) karena pengaruh suhu, tekanan dan waktu.

a. **Penggambutan (*Peatification*)**

Gambut merupakan bentuk asalnya. Pembusukan dan penghancuran tersebut pada dasarnya merupakan batuan sedimen organik (tidak padat) yang dapat teroksidasi berasal dari sisa-sisa hancuran atau bagian tumbuhan yang tumbang dan mati dipermukaan tanah, pada umumnya akan mengalami proses pembusukan dan penghancuran yang sempurna sehingga setelah beberapa waktu kemudian tidak terlihat lagi proses oksidasi yang disebabkan oleh adanya oksigen dan aktivitas bakteri atau jasad renik lainnya. Jika tumbuhan tumbang disuatu rawa, yang dicirikan dengan kandungan oksigen yang sangat rendah sehingga tidak membuktikan bakteri anaerob (bakteri yang memerlukan oksigen) hidup, maka sisa tumbuhan tersebut tidak mengalami proses pembusukan dan penghancuran yang sempurna sehingga tidak akan terjadi proses oksidasi yang sempurna. Pada kondisi tersebut hanya bakteri-bakteri anaerob saja yang berfungsi melakukan proses dekomposisi yang kemudian membentuk gambut (*peat*). Daerah yang ideal untuk pembentukan gambut misalnya rawa, delta sungai, danau dangkal atau daerah dalam kondisi tertutup udara. Gambut bersifat porous, tidak padat dan umumnya masih memperlihatkan struktur tumbuhan asli, kandungan airnya lebih besar dari 75% (berat) dan komposisi mineralnya kurang dari 50% (dalam keadaan kering).

Syarat terbentuknya formasi batubara antara lain adalah kenaikan muka air tanah yang lambat, perlindungan rawa terhadap pantai atau sungai dan energi relief rendah. Jika muka air tanah terlalu cepat naik (atau penurunan dasar rawa cepat), maka kondisi akan menjadi limnic atau bahkan akan terjadi endapan marin. Sebaliknya jika terlalu lambat, maka sisa tumbuhan yang terendapkan akan teroksidasi dan tererosi. Terjadinya kesetimbangan antara penurunan cekungan / *land-subsidence* dan kecepatan penumpukan sisa tumbuhan (kesetimbangan bioteknik) yang stabil akan menghasilkan gambut yang tebal.

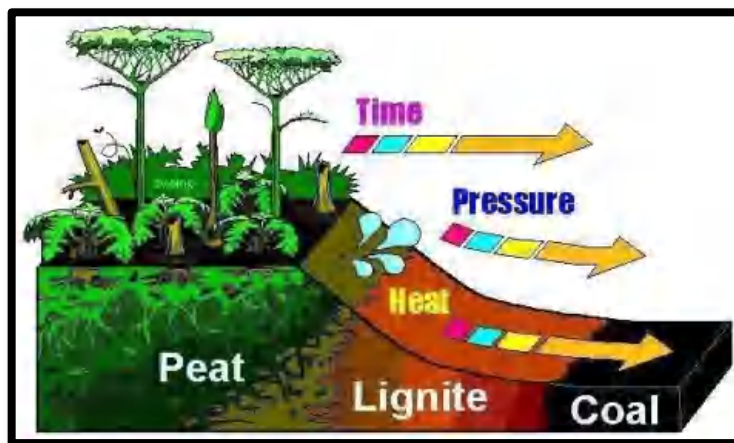
Lingkungan tempat terbentuknya rawa gambut umumnya merupakan tempat yang mengalami depresi lambat dengan sedikit sekali atau bahkan tidak ada penambahan material dari luar. Pada kondisi tersebut muka air tanah terus mengikuti perkembangan akumulasi gambut dan mempertahankan tingkat kejenuhannya. Kejenuhan tersebut dapat mencapai 90% dan kandungan air menurun drastis hingga 60% pada saat terbentuknya *brown-coal*. Sebagian besar lingkungan yang memenuhi kondisi tersebut merupakan *topogenic low moor*. Hanya pada beberapa tempat yang mempunyai curah hujan sangat tinggi dapat terbentuk rawa gambut ombrogenik (*high moor*) (Diessel, C.F.K, 1992 dalam Anshari, 2016).

b. **Pembatubaraan (*Coalification*)**



Proses pembatubaraan adalah perkembangan gambut menjadi lignit, sub-bituminous, bituminous, antrasit sampai meta-antrasit. Proses pembentukan dapat berhenti karena beberapa proses alam seperti misalnya karena intrusi magma di dasar cekungan dalam waktu yang singkat. Jika lapisan gambut yang telah terbentuk kemudian ditutupi oleh lapisan sedimen, maka tidak ada lagi bahan anaerob, atau oksigen yang dapat mengoksidasi, maka lapisan gambut akan mengalami tekanan dari lapisan sedimen. Tekanan terhadap lapisan gambut akan meningkat dengan bertambah tebalnya lapisan sedimen. Tekanan yang bertambah besar pada proses pembatubaraan akan mengakibatkan menurunnya porositas dan meningkatnya anisotropi. Porositas dapat dilihat dari kandungan airnya yang menurun secara cepat selama proses perubahan gambut menjadi brown coal.

Hal ini memberi indikasi bahwa masih terjadi kompaksi. Proses pembatubaraan terutama dikontrol oleh kenaikan temperatur, tekanan dan waktu. Pengaruh temperatur dan tekanan dipercayai sebagai faktor yang sangat dominan, karena sering ditemukan lapisan batubara high-rank (antrasit) yang berdekatan dengan intrusi batuan beku sehingga terjadi kontak metamorfisme. Kenaikan peringkat batubara juga dapat disebabkan karena bertambahnya kedalaman. Sementara bila tekanan makin tinggi, maka proses pembatubaraan semakin cepat, terutama di daerah lipatan dan patahan (Diessel, C.F.K, 1992 dalam Anshari, 2016).



Gambar 4 Tahapan umum pembentukan batubara

1.6.3 Genesa Batubara

Genesa batubara berdasarkan tempat dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Teori Insitu

Bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terbentuk di tempat dimana tumbuh - tumbuhan asal itu berada. Dengan demikian setelah tumbuhan itu mati, sebelum terjadi proses transportasi segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Batubara dengan proses ini penyebarannya luas, merata dan kualitasnya baik.



1. Teori Drift

Bahan-bahan pembentuk lapisan batubara terjadi di tempat yang dengan tempat tumbuhan semula hidup dan berkembang. Dengan demikian yang telah mati mengalami transportasi oleh media air dan terakumulasi di suatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan terjadi prose coalification. Batubara dengan proses drift penyebarannya tidak luas tetapi banyak dan kualitasnya kurang baik. (Sukandarrumidi, 1995).

1.6.4 Faktor Pembentukan Batubara

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

a. Posisi Geoteknik

Yaitu suatu keadaan batubara yang keberadaannya dipengaruhi oleh gaya-gaya tektonik dengan adanya pengaruh dari gaya - gaya tersebut akan mempengaruhi iklim lokal dan morfologi cekungan lingkungan pengendapan batubara maupun kecepatan penurunannya.

b. Topografi

Topografi dari cekungan pada saat pembentukan gambut sangat penting karena menentukan penyebaran rawa - rawa dimana batubara tersebut terbentuk. Topografi mungkin mempunyai efek yang terbatas terhadap iklim dan keberadaannya bergantung pada posisi geoteknik. Bentuk muka bumi yang berupa cekungan akan sangat berpengaruh dan dapat menentukan arah penyebaran batubara.

c. Iklim

Keberadaan memegang peranan penting dalam pembentukan batubara dan merupakan faktor pengontrol pertumbuhan flora dan kondisi yang sesuai. Iklim tergantung pada posisi geografi dan lebih luas lagi dipengaruhi oleh posisi geoteknik. Temperatur yang lembab pada iklim tropis dan subtropis pada umumnya sesuai untuk pertumbuhan flora dibandingkan wilayah yang lebih dingin. Pada iklim tropis atau subtropis umumnya akan membentuk batubara yang mengkilap, sedangkan pada daerah yang lebih dingin batubara terbentuk lebih kusam.

d. Tumbuhan (Flora)

Flora merupakan unsur utama pembentuk batubara yang tumbuh pada masa Karbon dan Tersier terdiri berbagai jenis tumbuhan. Pertumbuhan dari flora terakumulasi pada suatu lingkungan dan zona fisiografi dengan iklim dan topografi tertentu.

e. Dekomposisi

Dekomposisi flora merupakan transformasi biokimia dari organik yang merupakan titik awal untuk seluruh altersi, bila tumbuhan tertutup air dengan cepat maka pembusukan tidak akan terjadi tetapi akan di integrasi atau penguraian hewan mikrobiologi, bila tumbuhan yang mati berada di udara terbuka maka kecepatan pembentukan gambut akan berkurang sehingga bagian keras saja yang tertinggal

f. Penurunan Cekungan



Penurunan cekungan batubara dipengaruhi oleh gaya-gaya tektonik, jika in dan pengendapan gambut seimbang maka akan menghasilkan lapisan yang tebal. Pergantian transgresi dan regresi akan mempengaruhi ihan flora dan pengendapannya yang menyebabkan adanya infiltrasi material dan mineralnya, hal ini mempengaruhi kualitas batubara yang terbentuk.

g. Umur Geologi

Merupakan umur formasi pembawa lapisan batubara. Proses geologi menentukan berkembangnya evolusi kehidupan berbagai macam tumbuhan berpengaruh pada sejarah pengendapan batubara dan metamorfosa organik. Dimana makin tua umur pembawa lapisan batubara maka akan semakin tinggi nilai kalorinya.

h. Sejarah Setelah Pengendapan

Sejarah cekungan batubara secara luas bergantung pada posisi geoteknik yang mempengaruhi perkembangan batubara dan cekungan batubara. Secara singkat terjadi proses biokimia dan metamorfosa organik sesudah pengendapan gambut, secara geologi intrusi menyebabkan terbentuknya struktur cekungan batubara berupa perlipatan, sesar, intrusi. Terbentuknya batubara pada cekungan batubara umumnya mengalami deformasi oleh gaya tektonik, yang akan menghasilkan lapisan batubara dengan bentuk-bentuk tertentu. Disamping itu adanya erosi yang intensif menyebabkan bentuk lapisan batubara tidak menerus.

i. Metamorfosa Organik

Pada tingkat penimbunan oleh sedimen baru, proses degradasi biokimia tidak berperan lagi tidak di dominasi oleh proses dinamokimia yang menyebabkan perubahan gambut menjadi batubara dan menjadi berbagai macam. Selama Proses ini terjadi pengurangan air lembab, oksigen, zat terbang, serta bertambahnya presentase karbon padat, belerang dan kandungan abu.

1.6.5 Metode Pengeboran dan Pengambilan Sampel

Cutting merupakan material hasil hancuran oleh mata bor yang dibawa oleh lumpur pengeboran ke permukaan, dari cutting seorang Wellsite Geologist dapat mendiskripsikan batuan dan membuat catatan profil litologi vertikal sesuai dengan kedalaman masing-masing batuan yang dibor. Setiap kedalaman tertentu contoh yang diambil mewakili kedalaman tersebut dicatat dan dideskripsikan



Gambar 5 Sampel *cutting*

Coring adalah proses pengambilan sampel atau contoh batuan dari dalam lubang bor. Core analysis merupakan contoh tahapan analisa setelah contoh batuan bawah permukaan (core) diperoleh. Tujuannya untuk mengidentifikasi karakteristik batuan bawah permukaan yang diwakili oleh core yang diambil. Berdasarkan cara pengambilan sampelnya terdapat 3 metode yang digunakan oleh PT. BBE. Metode tersebut adalah Open Hole, Party Core, dan Full Core:

- 1.) *Open Hole*, merupakan metode pengeboran dengan melubangi suatu titik yang sudah ditentukan. Pengambilan sampelnya berdasarkan hasil potongan batuan dari tiap gerusan mata bor per pipa bor biasanya per 1,5 meter atau 3 meter yang biasa disebut *cutting*. *Cutting* akan di bawa naik ke atas dengan media air bercampur lumpur pengeboran.
- 2.) Partly Coring, pada metode Partly Coring ini terbagi menjadi 2 metode :
 - *Twin Hole*, pada metode pengeboran Twin Hole, yaitu membuat 2 titik dimana titik pertama melakukan Open Hole dan setelah selesai sampai ke tahap geofisika logging, kemudian bergeser 2-3 meter dari titik pertama



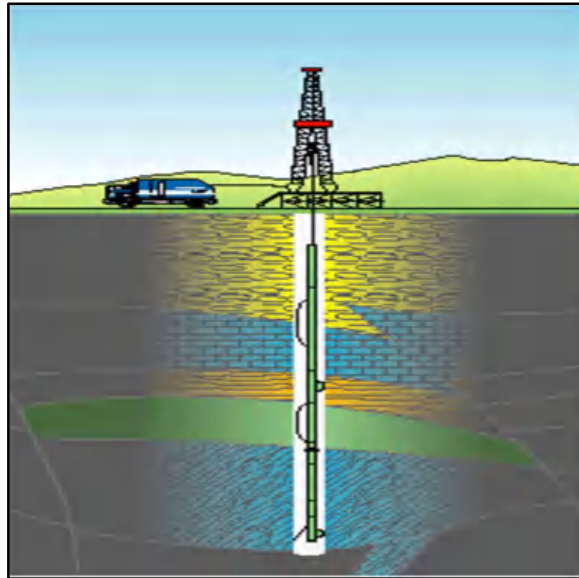
. Pada titik kedua melakukan Open Hole pada target interval seam batubara pertama yaitu TNC (*Top Non-Coal*) dari batubara agar tidak menggerus ketebalan asli batubara, kemudian melakukan core dari TNC (*Top Non-Coal*) tadi sampai ke BNC (*Bottom Non-Coal*) agar tetap mendapat ketebalan asli batubara dan mendapat kontak dengan sedimen.

- *Predict*, pada metode ini pengeboran dilakukan tanpa membuat 2 titik tetapi berdasarkan model geologi yang sudah ditentukan pada interval berapa seam batubara terdapat.
- 3) Full Coring, merupakan metode pemboran yang dilakukan sampai kedalaman yang direncanakan dengan mengambil sampel berupa inti (*core*) batuan tanpa dilakukan pengeboran open hole. Metode pemboran ini biasa digunakan oleh Geoteknik untuk mengetahui kekuatan batuan untuk keperluan desain tambang. Pengambilan sampel ini pun biasanya per 1,5 meter atau 3 meter tergantung panjang pipa dan core barrel yang digunakan.

1.6.6 Well Logging

Well Logging merupakan metode pengukuran besaran-besaran fisik batuan terhadap kedalaman lubang bor. Sesuai dengan tujuan Logging untuk memperoleh data kedalaman, ketebalan dan kualitas lapisan batubara yang dikombinasikan dengan data pengeboran (Harsono, 1997). Dalam kegiatan eksplorasi batubara terdapat beberapa jenis metode well logging yang digunakan, seperti log gamma ray, log density dan log caliper. Well Logging dapat dilakukan dengan dua acara dan bertahap yaitu:

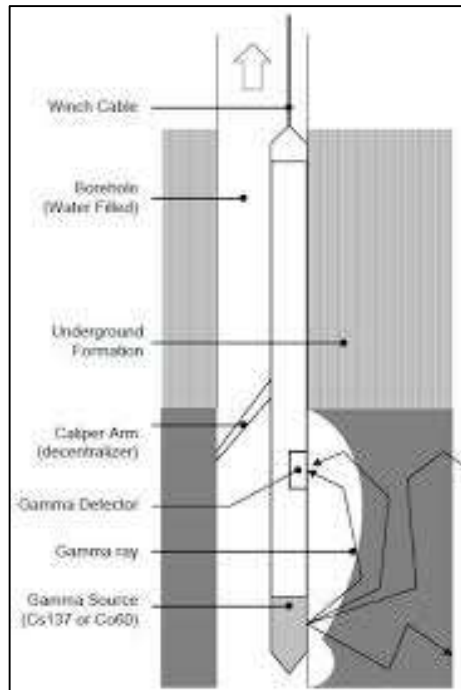
1. *Openhole Logging* ini merupakan kegiatan logging yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang belum dilakukan pemasangan casing. Pada umumnya pada tahap ini semua jenis log dapat dilakukan.
2. *Casedhole Logging* merupakan kegiatan logging yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang sudah dilakukan pemasangan casing. Pada tahapan ini hanya log tertentu yang dapat dilakukan antara lain adalah *Log Gamma Ray*, *Caliper*, *NMR* dan *CBL*. Parameter-parameter sifat batuan utama yang diukur meliputi temperature, tahanan jenis, densitas, porositas, dan permeabilitas yang tergambar dalam bentuk kurva-kurva log. Sifat-sifat dasar batuan yang tergambar dalam kurva log diperlukan untuk menghitung (Harsono, 1997):
 - 1) Kapasitas/kemampuan batuan untuk menampung fluida:
 - 2) Jumlah fluida dalam batuan tersebut;
 - 3) Kemampuan fluida mengalir dari batuan ke lobang sumur



Gambar 6 perekam Well logging (Ellis & Singer,2007)

1.6.7 Prinsip Kerja *Well Logging*

Logging tool (peralatan utama logging, berbentuk pipa pejal berisi alat pengirim dan sensor penerima sinyal) diturunkan ke dalam sumur melalui tali baja berisi kabel listrik ke kedalaman yang diinginkan. Biasanya pengukuran dilakukan pada saat *logging tool* akan mengirim suatu "sinyal" (gelombang suara, arus listrik, tegangan listrik, medan magnet, partikel nuklir, dsb.) ke dalam formasi lewat dinding sumur. Sinyal tersebut akan dipantulkan oleh berbagai macam material di dalam formasi dan juga material dinding sumur. Pantulan sinyal kemudian ditangkap oleh sensor penerima di dalam *logging tool* lalu dikonverensi menjadi data digital dan ditransmisikan lewat kabel *logging* ke unit di permukaan. Sinyal digital tersebut lalu diolah oleh seperangkat komputer menjadi berbagai macam grafik dan tabulasi data yang diprint pada *continuous paper* yang dinamakan log. Kemudian log tersebut akan diinterpretasikan dan dievaluasi oleh geologis dan ahli geofisika. Hasil dari data log penting untuk pengambilan keputusan baik pada saat pemboran ataupun untuk tahap produksi nanti.



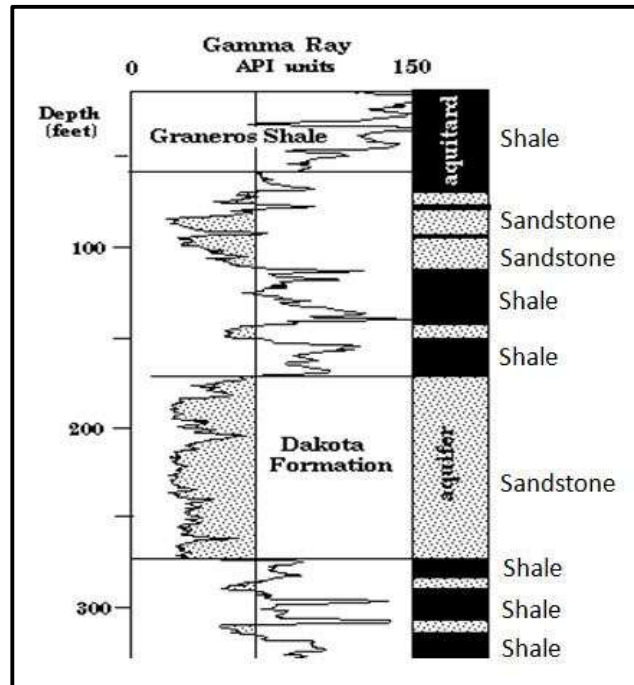
Gambar 7 Prinsip Kerja *Well Logging* (Martono,2004)

1.6.7.1 Log Gamma Ray

Log gamma ray merupakan metode pengukuran yang memanfaatkan sinar gamma dari unsur-unsur radioaktif dalam lapisan batuan melalui lubang sumur atau bor. Unsur-unsur radioaktif yang biasanya terdapat dalam batuan adalah Uranium (U), Thorium (Th), dan Kalium (K), yang secara berkelanjutan memancarkan sinar gamma dalam bentuk pulsa-pulsa energi radiasi tinggi (Rider, 1996).

Sinar gamma mampu menembus batuan dan dideteksi oleh sensor sinar gamma yang umumnya berupa detektor sintilasi. Parameter yang direkam adalah jumlah dari pulsa yang tercatat persatuan waktu (sering disebut cacah GR) (Akbari dan Sutrisno, 2014).

Unsur radioaktif umumnya banyak terdapat dalam *shale* dan *clay*, namun sedikit sekali terdapat dalam *claysandstone*, *limestone*, *coal*, *gypsum*, dan lain-lain. Oleh karena itu, *shale* dan *clay* akan memberikan respon gamma yang sangat signifikan dibandingkan dengan batuan lain seperti batubara. Pengukuran log gamma ray dilakukan dengan menurunkan instrumen gamma ray ke dalam lubang bor dan merekam radiasi sinar gamma untuk setiap interval tertentu (Harsono,1993).

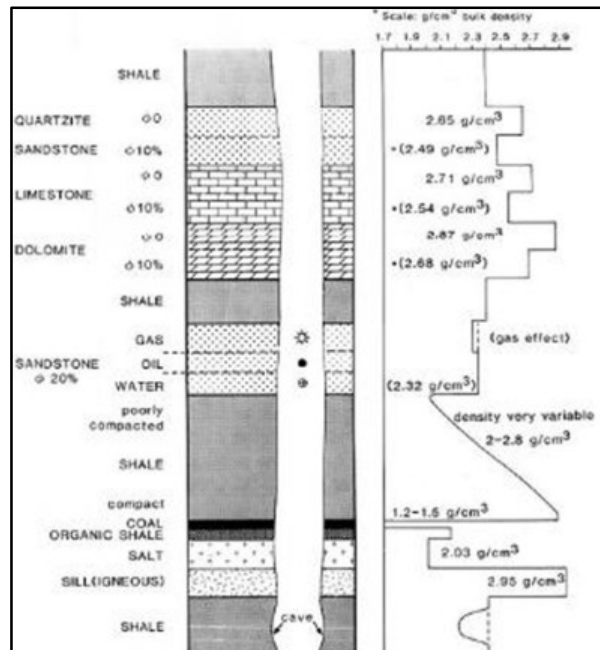


Gambar 8 Log Gamma Ray

1.6.7.2 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).

Dalam Harsono (1993) dijelaskan besar kecilnya energi yang diterima oleh detek tergantung dari besarnya densitas matriks batuan, besarnya porositas batuan, dan besarnya densitas kandungan yang ada dalam pori-pori batuan.

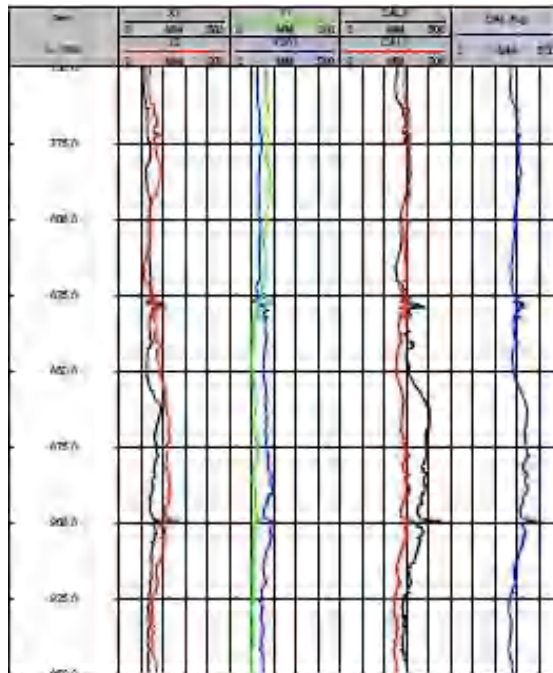


Gambar 9 Respon log density di berbagai litologi

Pada penelitian yang dilakukan, satuan dari log densitas adalah counts per second (CPS). Oleh karena itu, untuk memudahkan perhitungan maka dilakukan kalibrasi satuan dari CPS ke gr/cc. Apabila defleksi log dalam satuan CPS menunjukkan nilai yang tinggi, maka akan menunjukkan nilai yang rendah dalam satuan gr/cc (Putro dkk, 2014). Pemanahan adalah apabila nilai dalam CPS tinggi berarti sinyal radioaktif yang ditangkap kembali oleh sensor juga tinggi, hal ini disebabkan sinyal radioaktif yang mengukur kerapatan elektron batuan hanya sedikit, karena kerapatan elektron batuan hanya sedikit atau rendah maka nilai kerapatan massa batuan dalam gr/cc juga rendah, sebaliknya apabila nilai dalam CPS rendah berarti sinyal radioaktif yang mengukur kerapatan elektron batuan lebih banyak atau tinggi sehingga rapat massa batuan dalam gr/cc juga lebih tinggi (Putro dkk., 2014).

1.6.7.3 Caliper Log

Caliper log digunakan untuk mengukur diameter sumur dan perubahannya setiap kedalaman. Log ini bekerja dengan menggunakan satu atau lebih lengan pegas (*arms*) yang ditekan pada dinding sumur bor saat alat diangkat dari bagian bawah sumur. Lengan bergerak masuk dan keluar dari dinding bor dan gerakan alat tersebut direkam secara elektrik dan ditransmiskian ke peralatan rekaman dipermukaan. Alat multi-lengan memberikan resolusi yang lebih baik dari bentuk lubang darooda alat tunggal. Hasil caliper log dapat digunakan oleh drillers untuk menghitung jumlah semen yang akan digunakan dalam pekerjaan penyemenan. Caliper log juga digunakan sebagai tambahan pada log litologi ketika menafsirkan geologi sumur (Ofwona, 2013).



Gambar 10 Caliper Log (Ofwona,2013)

1.6.8 Penentuan Litologi

Interpretasi data log geofisika dilakukan untuk menentukan litologi pada setiap kedalaman dibawah permukaan bumi. Masing-masing batuan mempunyai respon yang khas pada kurva log, sehingga jenis litologi dapat ditentukan. Dalam mengidentifikasi litologi sumur bor dapat ditentukan berdasarkan defleksi log tanpa melakukan perhitungan. Pada Tabel1 menunjukkan bahwa karakteristik log gamma ray dan density di setiap lapisan batuan memiliki respon yang berbeda-beda pada kurva log, karenanya jenis litologi pada tiap kedalaman bawah permukaan dapat ditentukan (Setiahadiwibowo, 2016).

Tabel 1 Karakteristik log gamma ray dan density beberapa batuan

Jenis Batuan	Nilai <i>Gamma ray</i>	Nilai density
Batubara	Rendah	Rendah
Batupasir	Agak rendah	Menengah-Tinggi
Batulempung	Menengah	Menengah

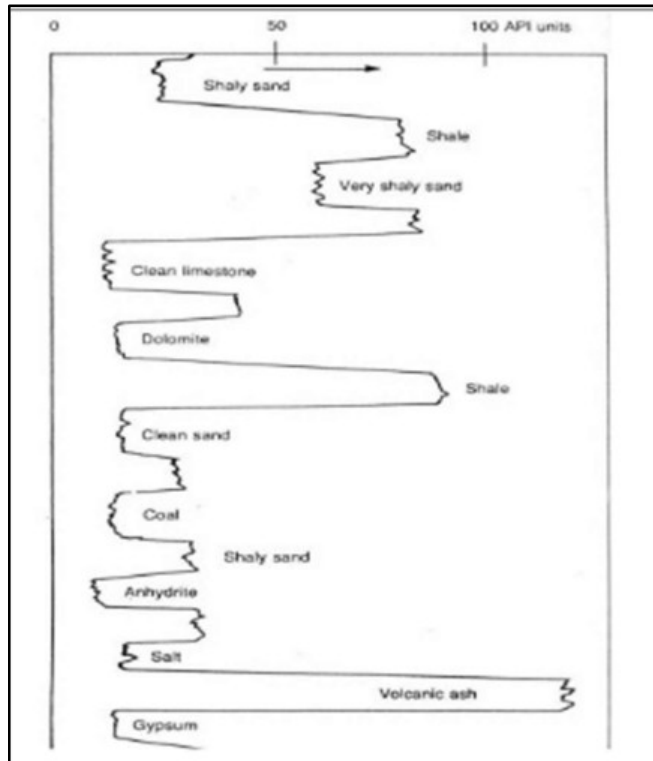
Karakteristik respon log dari beberapa batuan yaitu batubara (*coal*) memiliki nilai *gamma ray* rendah dengan densitas rendah. Batupasir (*Sandstone*) memiliki nilai *Gamma Ray* agak rendah dengan densitas menengah sampai tinggi. Batu lempung (*clay*) memiliki nilai *gamma ray* menengah dengan densitas menengah. Batu gamping memiliki nilai *Gamma Ray* rendah dengan densitas menengah sampai tinggi. Unsur



umumnya banyak terdapat dalam lapisan *shale* dan sedikit sekali terdapat *sandstone*, *limestone*, *dolomite*, *coal*, *gypsum* dan lain-lain. Oleh karena itu akan memberikan respon *gamma ray* yang sangat signifikan dibandingkan batuan lainnya. Batubara biasanya mempunyai respon *gamma ray* atau natural *gamma* yang rendah karena batubara murni mengandung unsur-unsur radioaktif alami yang rendah. Tetapi terkadang dalam pembacaan *gamma ray* lebih tinggi pada batubara karena batubara tersebut mengandung mineral lempung yang kaya akan unsur-unsur radioaktif alami. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa batuan-batuan yang terdapat di bawah permukaan memiliki nilai tingkat radioaktif yang berbeda-beda sesuai dengan unsur radioaktif yang terkandung dalam lapisan batuan.

Tabel 2 Karakteristik respon *gamma ray* (Erihartanti dkk., 2015)

Tingkat Radioaktif (API)	Jenis Batuan
0 - 32,5	<i>Anhidrit, Salt, Batubara</i>
32,5 – 60	Batupasir, Batugamping, <i>Dolomit</i>
60 – 100	Lempung, <i>Granit</i>
> 100	Batuserpih, Abu Vulkanik, <i>Betonit</i>



Gambar 11 Respon Gamma Ray pada suatu formasi

(Dewan, T.J.: "Essential of Modern Open-Hole Log Interpretation", Pennwell Publishing Company, Tulsa-Oklahoma, USA, 1983)

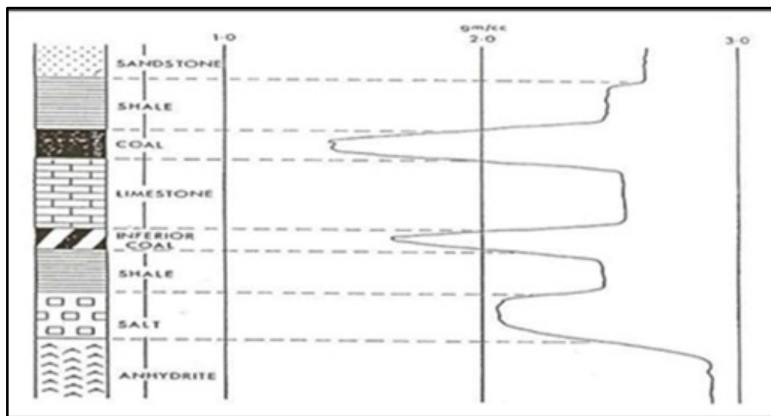


atuan yang terdapat di bawah permukaan memiliki nilai rapat massa atau yang berbeda-beda, seperti yang ada dalam **Tabel 3** di bawah ini:

Tabel 3 Nilai rapat massa (*density*) batuan

Jenis Batuan	Densitas (gr/cc)
Batupasir	2,65
Batukapur	2,71
<i>Dolomit</i>	2,87
<i>Anhidrit</i>	2,96
<i>Antrasit</i>	1,4 - 1,8
<i>Bituminus</i>	1,2 - 1,5

Respon kerapatan di atas lapisan batubara agak unik disebabkan kerapatan batubara yang rendah. Pada defleksi gamma ray, batubara dan batupasir adalah serupa, tapi menunjukkan perubahan kerapatan yang kuat pada log density (Gambar 14), sehingga dapat dibedakan (BPB, 1981).



Gambar 12 Respon litologi dengan metode log density (BPB, 1981).

Gambar di atas menunjukkan bahwa batubara mempunyai nilai densitas antara 1,2 s/d 1,8 gr/cc yang berarti densitas terendah di antara semua batuan bila dibandingkan dengan densitas dari air dan gas yang berada di bawahnya. Dalam densitas log kurva dinyatakan dalam satuan gr/cc, karena energi yang diterima untuk deflektor dipengaruhi oleh matrik batuan ditambah kandungan yang ada dalam pori batuan, maka satuan gr/cc merupakan besaran bulk log densitas batuan (ρ_b).

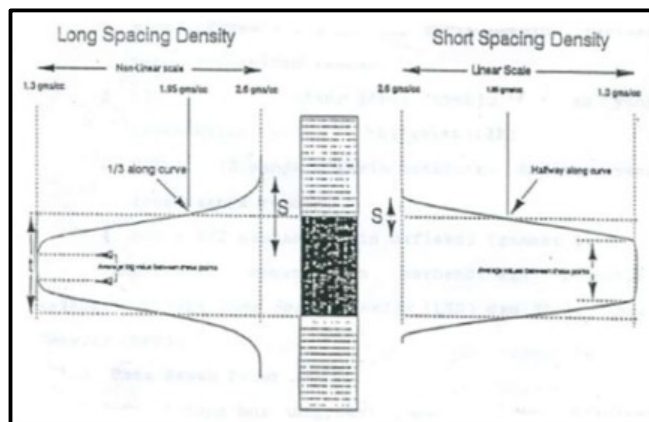
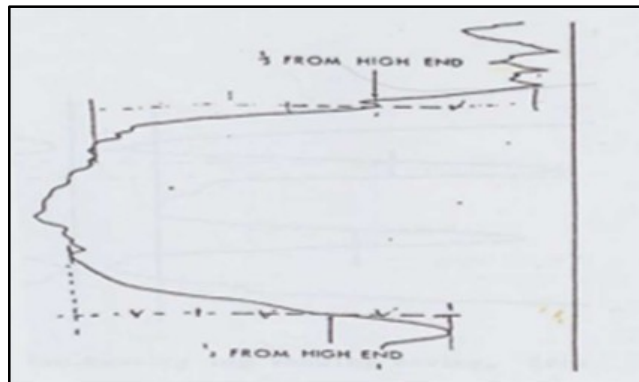
1.6.9 Analisis Ketebalan Lapisan Batubara

Penentuan ketebalan seam biasanya menggunakan kombinasi beberapa log yakni log density, log gamma ray, dan caliper. Log dibuat secara khusus untuk menghasilkan kombinasi log yang dapat digunakan untuk menentukan ketebalan batubara. Log density dibagi atas dua tipe yaitu Log Spacing Density (LSD) dan Short



Density (SSD). Log Spacing Density (LSD) digunakan untuk evaluasi seam karena menunjukkan densitas yang mendekati sebenarnya berkat pengaruh il dari dinding bor. Short Spacing Density (SSD) memiliki resolusi vertikal gi maka cocok untuk pengukuran ketebalan seam batubara. SSD mampu untuk melakukan identifikasi rongga-rongga, misalnya pada roof dan floor. Pengukuran titik-titik batas pada garis transisi antara lapisan batu bara, roof dan floor serta parting mempunyai cara yang berbeda untuk masing-masing komponen log densitas. Batasan untuk setiap log adalah sebagai berikut:

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



Gambar 13 Penentuan Ketebalan Batubara menggunakan Log Gamma Ray (atas) dan Log Density (bawah) (Akbari & Sutrisno, 2014).



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis data well logging dengan *cross section* untuk mengetahui litologi bawah permukaan, arah penyebaran dan ketebalan pada daerah penelitian. terdiri dari lima tahap dalam penyusunan laporan penelitian ini, yaitu:

1. Tahap pendahuluan,
2. Tahap observasi lapangan
3. Tahap pengambilan data,
4. Tahap pengolahan dan analisis data
5. Tahap penyusunan laporan

2.2 Tahapan Penelitian

2.2.1 Tahapan Pendahuluan

Tahap pendahuluan ini adalah tahap paling awal dilakukan oleh penulis dalam melakukan penelitian. Adapun beberapa hal yang dilakukan pada tahap pendahuluan ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
 Studi literatur dilakukan dengan mencari sumber-sumber bacaan dan kajian pustaka maupun penelitian terdahulu yang berhubungan dengan daerah penelitian dan metode penelitian. Hal ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran awal penelitian yang akan dilakukan.
2. Administrasi
 Dilakukan persiapan administrasi dan juga perizinan penelitian, serta penyusunan proposal penelitian. Tahapan ini dilakukan di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. Persiapan
 Perlengkapan Perlengkapan yang sekiranya akan menunjang penelitian disiapkan, seperti sarana pengolahan data menggunakan *software* (*ArcGIS 10.8*, *Microsoft Excel*, *rockworks* dan lain sebagainya), serta perlengkapan lapangan (APD, palu geologi, kompas geologi, dan lain-lain).



servasi lapangan

bservasi lapangan, pada tahap ini dilakukan peninjauan langsung ke , dalam hal ini daerah operasi penambangan atau daerah eksplorasi. Tujuan dan tahapan ini adalah sebagai media pengenalan terhadap lingkungan daerah penelitian dan lokasi operasi penambangan dan juga memahami situasi dan kondisi daerah penelitian.

2.2.3 Tahap pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian lapangan dilakukan dengan Mengumpulkan beberapa data *geophysical* well logging yang diperoleh dari hasil pengeboran (coring) . Berikut adalah tahapan data logging geofisika dilapangan:

1. P2H & Persiapan Pengeboran :

P2H (Pengecekan dan Pemeriksaan Harian) adalah proses rutin yang dilakukan setiap hari oleh operator sebelum alat berat dioperasikan. P2H dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa alat berat dalam kondisi baik, aman dan siap untuk digunakan dalam pekerjaan



Gambar 14 Pengecekan kondisi mesin pada rig

Jacro 350

2. Pengeboran Metode *Open Hole, Partly Core, Full Core*

Berdasarkan cara pengambilan sampelnya terdapat 3 metode yang digunakan oleh PT. BBE. Metode tersebut adalah *Open Hole, Partly Core, dan Full Core*:

a. *Open Hole*

Metode pemboran dengan melubangi suatu titik yang sudah ditentukan. Pengambilan sampelnya berdasarkan hasil potongan batuan dari tiap



erusan mata bor per pipa bor biasanya per 1,5 meter atau 3 meter yang biasa disebut cutting. Cutting akan di bawa naik ke atas dengan media air bercampur lumpur pengeboran.



Gambar 15 Sampel Cutting

b.) *Partly Core*

Metode pemboran *Partly Core* ,yaitu dengan cara membuat 2 lubang (*Twin Hole*). Dimana dilubang pertama masih sama dengan menggunakan metode *Open Hole* dan dilubang kedua hanya berfokus dengan batubaranya saja. Metode ini menggunakan *Core Barrel* untuk penangkapan batubaranya dengan menggunakan *inner tube* jika di rig *Cortex 500* (gambar 16) dan jika di rig *Jacro 175 Inner tube* dan *Core Barrel* sudah jadi 1 sehingga harus melakukan pull up dan pull down pipa. Mata bit yang digunakan yaitu *Core Bit*. Sampel yang dihasilkan dari metode ini adalah *Core*



Gambar 16 Proses pengambilan sampel batubara dari Core Barrel

c.) *Full Core*

Merupakan metode pemboran yang dilakukan sampai kedalaman yang direncanakan dengan mengambil sampel berupa inti (*core*) batuan tanpa dilakukan pengeboran open hole. Metode pemboran ini biasa digunakan oleh ahli geotek untuk keperluan desain tambang. Metode ini mirip dengan Partly Core bedanya saat melakukan metode ini *Core* yang diambil tidak hanya batubaranya saja melainkan seluruh litologi (Gambar 17).



Vell Logging Geofisika

Vell Logging geofisika adalah metode pengukuran dalam eksplorasi dan arakterisasi bawah permukaan. Metode ini melibatkan penggunaan alat logging yang ditarik atau dimasukkan ke dalam sumur dengan menggunakan kabel atau "wireline." Tujuan dari metode ini adalah untuk mengumpulkan data geofisika secara langsung dari formasi batuan di sekitar sumur. Sebelum dilakukan logging geofisika biasa dilakukan flushing. *Flushing* adalah pembersihan lubang bor dari sisa-sisa *cutting* yang mengendap atau menempel pada lubang bor.



Gambar 19 Proses logging geofisika



Gambar 20 Receiver dan Speed Control untuk menangkap data pantulan Gamma dan mengatur kecepatan winch cable



Gambar 21 Sumber radioaktif (kiri) dan winch cable (kanan)

2.2.4 Tahap pengolahan dan analisis data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data hasil pengukuran di lapangan. Data primer yang digunakan meliputi data collar, data LAS (geophysical well logging) dan data litologi yang diolah menggunakan aplikasi/software Excel, strater, JASP dan arcgis untuk menghasilkan informasi litologi, korelasi, ketebalan, dan sebaran lapisan batubara. Selain itu, digunakan pula data sekunder berupa data geologi regional sebagai penunjang dalam interpretasi dan analisis pola sebaran batubara pada daerah penelitian. Berikut tahapan pengolahan dan analisis data:

1. Pengolahan data awal well logging

Pengolahan data dimulai dengan memasukkan data collar. Data collar merupakan data yang berisi informasi posisi koordinat (X, Y) dan elevasi titik bor. Data collar digunakan sebagai acuan penempatan titik bor pada peta. (Gambar 22).

Lalu setelah itu data LAS (Log ASCII Standart) yang merupakan data asli dari alat perekaman well logging sebelum diubah menjadi kurva log. Data LAS merupakan suatu susunan data pemboran yang berisi pembacaan well logging, kedalaman, informasi alat, dan lubang bor (Gambar 23).



Well id	Easting	Northing	Elevasi	Total depth
33063A	508197.5	9951755	21.811	48
34050	507967.3	9951856	34.783	123
CB4048	507910.3	9951934	42.399	150
CB5067	508113.3	9952095	35.177	114
CB3049	508187.7	9952125	30.994	99
CB3041	508437	9952338	49.771	87
CB3045	508318.3	9952374	55.005	120

Gambar 22 Data collar

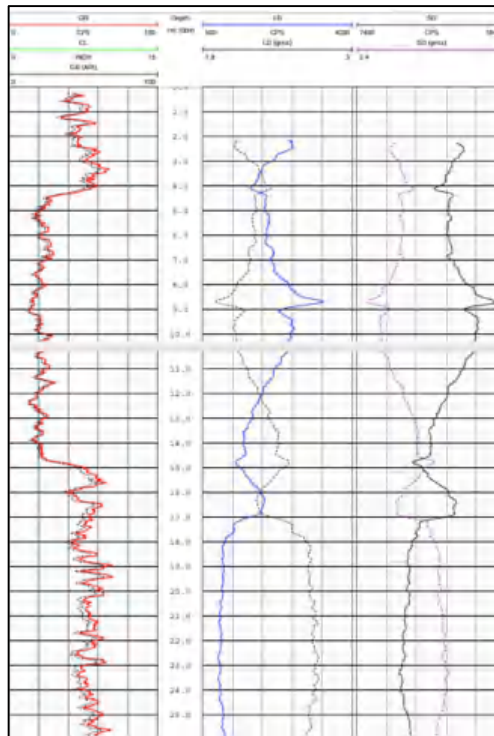
```

-Version Information
VERS.          2.0: LAS Version 2.0
WRAP.          NO: One Line per depth Step
~Well Information Block
START,M        0.24: Start Depth
STOP,M         86.00: Stop Depth
STEP,M         0.02: Start Depth
NULL.         -999:NULL VALUE
COMP.          PT,BBE: COMPANY
WELL.          CB3041:
FLD.           JONGKANG: FELD
UNI.           UWI: UNI
LOC.           location: LOCATION
PROV.          EAST KALIMANTAN: PROVINCE
CNTY.          indonesia: COUNTRY
SRVC.          RescaLog: SERVICE COMPANY
DATE.         31-05-2022 12:27:04: LOG DATE
~Curve Information Block
DEPT,M        :DEPTH
GR,CPS        :Gamma Ray
CL,INCH       :Caliper
LD,CPS        :Long Density
SD,CPS        :Short Density
#DATA
~A
0.24 38.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.26 52.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.28 66.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.30 48.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.32 42.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.34 42.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.36 36.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.38 44.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.40 50.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.42 58.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.44 64.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.46 52.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.48 36.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.50 32.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000
0.52 26.00000 -999.00000 -999.00000 -999.00000

```

Gambar 23 Data Las

Setelah memperoleh data LAS (Log ASCII Standard), yang berisi rekaman digital parameter fisik batuan sepanjang kedalaman sumur bor, langkah berikutnya adalah mengolah data tersebut menjadi data kurva log yang dapat dianalisis. Data kurva log tersebut merepresentasikan variasi parameter fisika batuan, seperti nilai gamma ray, densitas, dan resistivitas, secara kontinu terhadap kedalaman sumur.



Gambar 24 Data Kurva Log

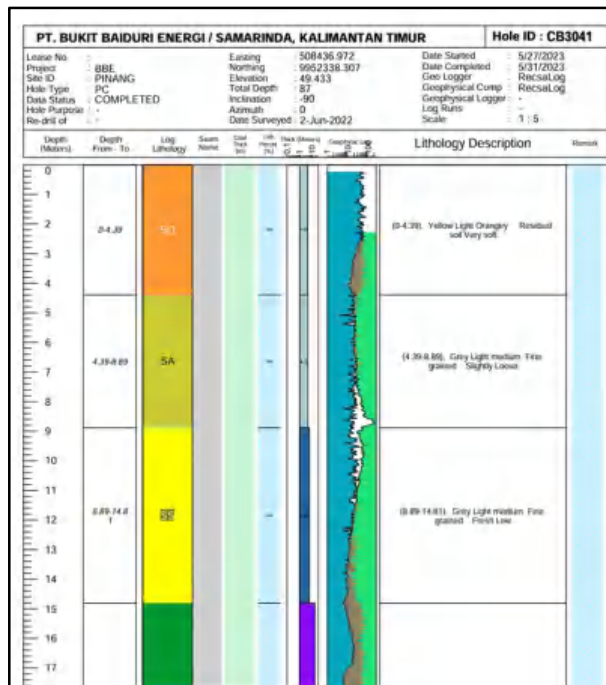
2. Interpretasi data Litologi

Sebelum melakukan interpretasi litologi dilakukan *picking*, yaitu penentuan batas atas dan bawah lapisan batuan dengan mengamati perubahan pola parameter fisik batuan pada kurva log, khususnya kurva gamma ray. Picking ini dilakukan dengan menandai kedalaman tertentu secara manual atau semi-otomatis menggunakan perangkat lunak pengolah data log, berdasarkan perubahan signifikan dalam nilai gamma ray yang biasanya mencerminkan perbedaan jenis litologi. Setelah itu dituliskan hasil pendeskripsian di *lithology sheet* dan dimasukkan ke dalam data excel. Setelah itu data excel di input ke dalam software strater.



PTH	TO	GEOLOGIS	LITH	MECH	ST/INT	STAT	CORE	STA	COLOUR1	COLOUR2	SHADE	HUE	LITH_QUAL	LITH_ADI	LITH_ADI	LITH_ADI	WEATHERING	STRENGTH
	4.39	AS	SOIL		R	CUTTING	Yellow		Light	Orange							Residual soil	Very soft
	8.89	AS	SAND		R	CUTTING	Grey		Light medium				Fine grained				Slightly	Loose
	14.81	AS	SANDSTONE		R	CUTTING	Grey		Light medium				Fine grained				Fresh	Low
	30.8	AS	MUDSTONE		NON SLAK	R	SOLID COF	Grey	Medium								Fresh	Low
	30.85	AS	SHALLY COAL		NON SLAK	R	SOLID COF	Black	Kejitaman	Brownish			Coaly				Fresh	Low
	32	AS	COAL		BRITTLE	R	BROKEN C	Black	Kejitaman	Brownish			Bright dull				Fresh	Low
EB041	32	32.25	AS	COALLY SHALE		CLEATED	R	SOLID COF	Black	Kejitaman	Brownish		Coaly				Fresh	Very low
EB041	32.25	33.8	AS	COAL		BRITTLE	R	BROKEN C	Black	Kejitaman	Brownish		Bright dull HR				Fresh	Low
EB041	33.8	34.05	AS	MUDSTONE		NON SLAK	R	SOLID COF	Grey	Medium							Fresh	Low
EB041	34.05	34.85	AS	MUDSTONE		NON SLAK	R	SOLID COF	Grey	Medium							Fresh	Low
EB041	34.85	35.98	AS	SILTSTONE			R	Grey	Medium									
EB041	35.98	38.39	AS	MUDSTONE			R	Grey	Medium									
EB041	38.39	40.32	AS	SILTSTONE			R	Grey	Medium									
EB041	40.32	46.36	AS	MUDSTONE			R	Grey	Medium									
EB041	46.36	52.13	AS	SILTSTONE			R	Grey	Medium									
EB041	52.13	71.47	AS	SANDSTONE			R	CUTTING	Grey				Fine grained				Fresh	Low
EB041	71.47	72.6	AS	MUDSTONE		NON SLAK	R	SOLID COF	Grey	Medium							Fresh	Low
EB041	72.6	72.8	AS	MUDSTONE		NON SLAK	R	SOLID COF	Grey	Medium							Fresh	Low
EB041	72.8	72.85	AS	SHALLY COAL		NON SLAK	R	BROKEN C	Black	Kejitaman	Brownish		Coaly				Fresh	Low
EB041	72.85	76.4	AS	COAL		BRITTLE	R	BROKEN C	Black	Kejitaman	Brownish		Bright dull				Fresh	Low

Gambar 25 Data Litologi

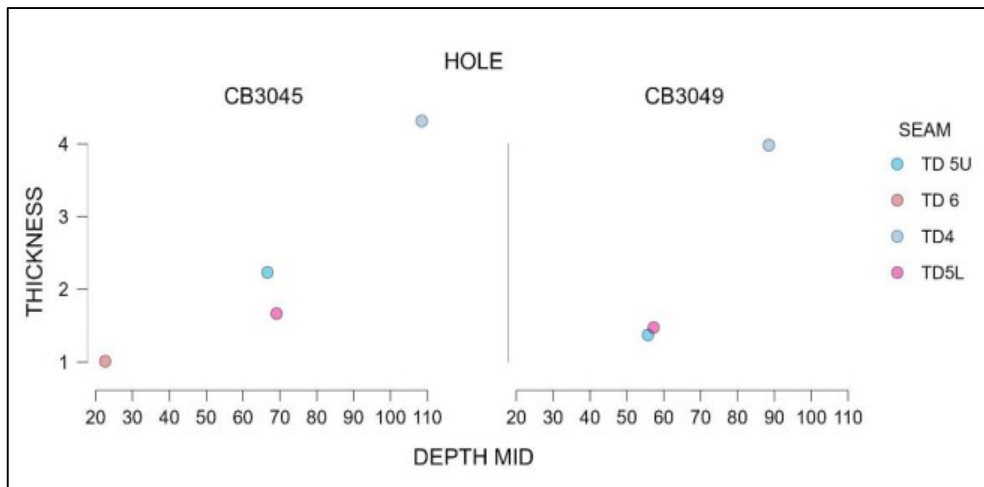


Gambar 26 Data hasil pengolahan di strater



Korelasi

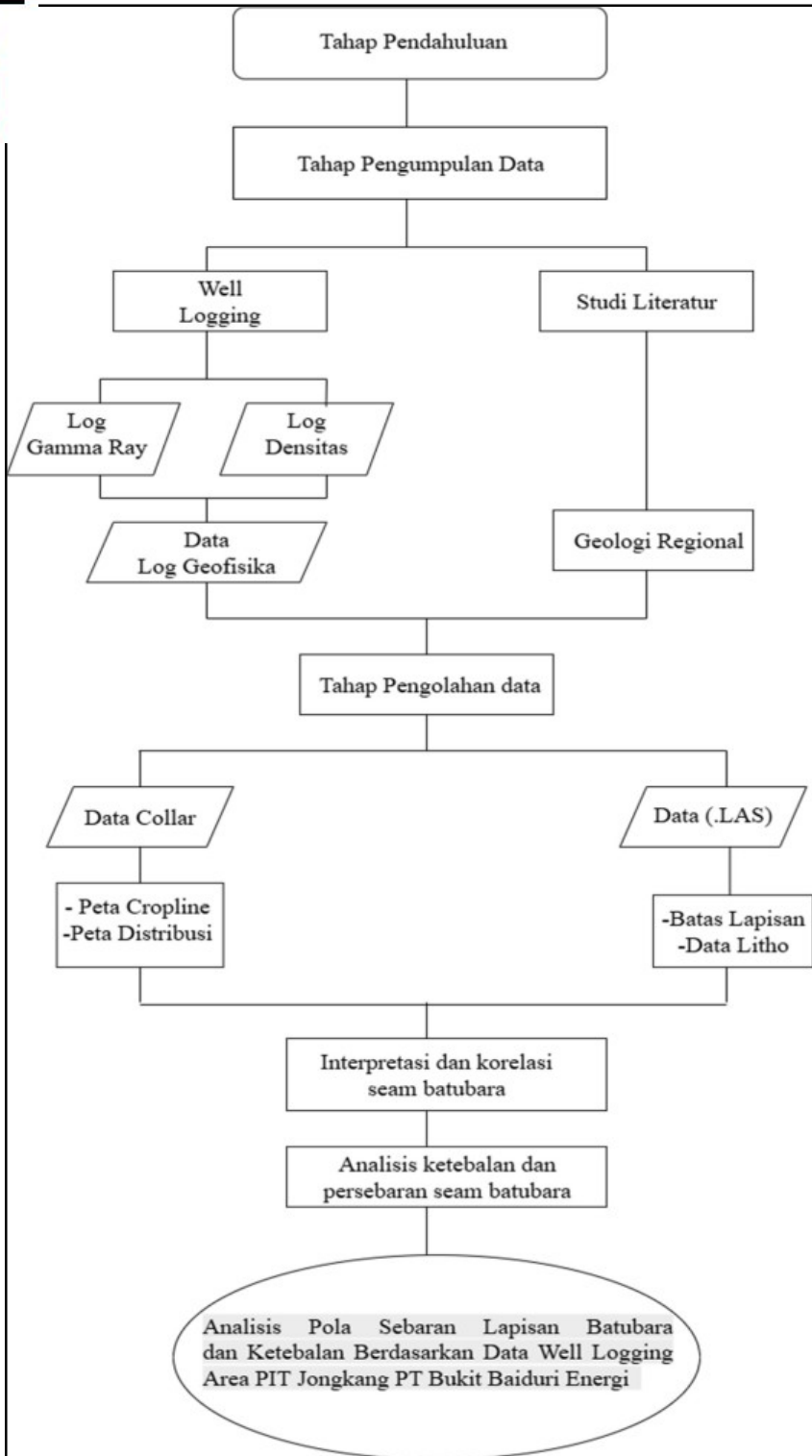
Setelah tahap interpretasi litologi selesai, langkah berikutnya adalah korelasi data antara titik bor di area penelitian. Hasil analisis untuk memudahkan penyebaran dengan cara membuat cross plot dari setiap titik bor, Cross plot bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kedalaman seam dan ketebalan seam pada masing-masing titik bor, sehingga pola penebalan atau penipisan seam dapat diidentifikasi secara lebih jelas.



Gambar 27 Section antara titik bor

2.3 Penyusunan laporan

Setelah seluruh proses pengolahan data yang memuat hasil pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis. Pada tahap ini, semua hasil analisis dan interpretasi disusun secara sistematis dan runtut dalam sebuah laporan. Selama penyusunan laporan dilakukan pengoreksian dan pengecekan ulang terhadap semua data dan hasil analisa yang kemudian dituangkan menjadi suatu laporan ilmiah.



Gambar 28 Diagram alir penelitian