

**GEOLOGI DAN GEOMETRI BATUBARA
SEAM A, SEAM B, DAN SEAM C, DAERAH KEAY DAN SEKITARNYA,
KECAMATAN DAMAI, KABUPATEN KUTAI BARAT, KALIMANTAN TIMUR**

Adrianus Bayu P, Heru Sigit Purwanto, Basuki Rahmad
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

Sari - Daerah penelitian berada di wilayah konsesi PT. Firman Ketaun Perkasa, yang secara administratif terletak di daerah Keay, Kecamatan Damai, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis terletak dalam koordinat UTM zona 50S yaitu X = 357000 mE–363000 mE dan Y = 9952000 mN–9958000 mN.

Secara morfologi, dilihat dari topografi dan aspek-aspek yang mengontrolnya. Satuan Geomorfologi daerah Keay dibagi menjadi 2 satuan bentuk lahan, yaitu bentuk lahan Perbukitan Homoklin (S 21) dan Lembah Homoklin (S 22) mengacu pada klasifikasi Van Zuidam (1983).

Secara stratigrafi, daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Kutai, berupa Formasi Pulaubalang sebagai formasi pembawa batubara yang berumur Miosen Tengah (Supriatna, dkk 1995). Formasi ini didominasi oleh litologi batulempung, batulempung kar bonan, batulanau dan batupasir, serta lapisan batubara (*Coal Seam*). Secara litostratigrafi tidak resmi, daerah Keay tersusun atas satuan batulempung Pulaubalang, dan satuan batupasir kuarsa Pulaubalang. Analisis lingkungan pengendapan menunjukkan satuan batuan di daerah penelitian diendapkan di sublingkungan pengendapan *Swamp*, *Interdistributary Bay*, *Channel*, dan *Crevasse Splay* di lingkungan pengendapan *Lower Delta Plain* sampai dengan *Transitional Lower Delta Plain*.

Lapisan batubara *seam A*, *seam B* dan *seam C* di daerah penelitian termasuk kedalam kategori sedang sampai dengan tebal dengan pola persebaran yang menerus ke arah timurlaut-baratdaya dan miring ke arah tenggara dengan besar sudut *dip* yang cenderung melandai di bagian selatan daerah penelitian.

Kata – kata kunci : *Coal*, *seam*, lingkungan pengendapan

PENDAHULUAN

Lapisan batubara dapat ditemukan sebagai lapisan yang melampar luas dengan kualitas dan ketebalan yang sama dalam urutan yang teratur dengan batuan sedimen lainnya. Akan tetapi ada juga lapisan batubara yang tersebar tidak teratur dan tidak menerus, bahkan menebal, menipis, terpisah dan melengkung dengan berbagai variasi geometri serta tercampur dengan material bukan batubara.

Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi geologi yang meliputi kondisi geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi daerah Keay dan sekitarnya, Kecamatan Damai, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geometri batubara Formasi Pulaubalang di daerah penelitian berdasarkan data permukaan maupun data bawah permukaan.

Lokasi Daerah Telitian

Lokasi pengamatan dan penelitian secara administrasi terletak di daerah Keay dan sekitarnya, Kecamatan Damai, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur atau termasuk dalam wilayah kuasa pertambangan PT. Firman Ketaun Perkasa *site* Melak. Secara geografis daerah penelitian terletak dalam koordinat UTM Zona 50 S X : 357000 mE–363000 mE dan Y : 9952000 mN– 9958000 mN. Dengan luas daerah penelitian adalah 10 km², daerah penelitian terletak ±450 km ke arah Barat Laut dari kota Balikpapan.

METODE

Metode yang digunakan dalam melakukan suatu penelitian diperlukan perencanaan penelitian yang sistematis dan baik agar memudahkan pelaksanaan penelitian. Metode penelitian tersebut berupa pemetaan geologi permukaan (*Surface Mapping*) antarlain dengan menggunakan metode pengamatan langsung secara langsung, melakukan pengukuran jurus dan kemiringan batuan, struktur geologi dan melakukan pengukuran penampang stratigrafi untuk menentukan tebal satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian. Metode selanjutnya adalah dengan melakukan korelasi data bawah permukaan (log pemboran) untuk mengetahui persebaran lateral maupun vertikal dari *seam* batubara di daerah penelitian.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, sebagai berikut :**1. Tahap pendahuluan**

- a. Studi literatur
Merupakan tahapan yang dilakukan untuk menunjang penelitian melalui kajian pustaka dan laporan-laporan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan daerah penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi geologi secara umum didaerah penelitian.
- b. Perizinan dan penyusunan proposal penelitian
Meliputi pengurusan administrasi dan perizinan penelitian serta penyusunan proposal penelitian. Tahapan ini dilakukan di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- c. Persiapan Perlengkapan
Persiapan perlengkapan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian, seperti: kompas, peta topografi, *GPS*, peta geologi regional, palu geologi, alat tulis, buku catatan lapangan dan perlengkapan lainnya.

2. Tahap pengumpulan data

- a. Observasi dan pengamatan geomorfologi
Observasi dan pengamatan kondisi geomorfologi daerah penelitian meliputi pengamatan pola pengaliran dan bentuklahan. Pengamatan pola pengaliran meliputi jenis pola pengaliran, bentuk lembah, tempat mengalir, tekstur pengaliran dan faktor pengontrol pola pengaliran. Pengamatan bentuklahan berdasarkan aspek – aspek geomorfologi meliputi pengamatan morfologi, morfometri yang meliputi kelerengan, bentuk lembah dan luasan. Pengamatan morfostruktur aktif kaitannya dengan struktur yang bekerja di daerah penelitian dan morfostruktur pasif yaitu litologi penyusun kaitannya dengan tingkat resistensi batuan. Pengamatan morfodinamis atau proses – proses eksogen yang terjadi seperti pelapukan dan erosi.
- b. Observasi dan pengamatan singkapan batuan
Melakukan observasi dan pengamatan singkapan batuan yang terdapat di daerah penelitian secara detail. Kegiatan ini meliputi :
 - Deskripsi singkapan meliputi deksripsi litologi, struktur sedimen, pendeskripsian sifat fisik batubara, pengukuran *cleat* di batubara dan melakukan pengukuran *azimuth* dan dimensi singkapan batuan.
 - Pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan untuk mengetahui sebaran litologi di daerah penelitian. Pengukuran kekar.
 - Pembuatan profil singkapan untuk mengetahui hubungan stratigrafi, ketebalan dan lingkungan pengendapan satuan batuan di daerah penelitian.
 - Pengambilan sampel atau conto batuan untuk keperluan uji laboratorium meliputi sampel petrografi, palinologi, dan sampel batubara.
 - Dokumentasi untuk merekam data dan informasi geologi daerah penelitian. Dokumentasi tersebut berupa foto kenampakan satuan bentuklahan daerah penelitian, foto singkapan, litologi, struktur sedimen dan foto unsur struktur geologi.

3. Tahap analisis dan pengolahan data

Tahapan ini merupakan kerja studio dan analisis laboratorium yang meliputi :

- a. Analisis geomorfologi
Analisis geomorfologi didasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada tahap pengumpulan data atau pemetaan dilapangan dan didukung dengan cara mengkaji peta topografi berdasarkan pola pengaliran, pola kontur, sehingga dapat diinterpretasikan bentuk geomorfologi di daerah penelitian. Pembagian bentuk lahan dalam analisa geomorfologi lebih didasarkan tingkat kelerengan dan proses yang bekerja secara lebih dominan di daerah penelitian. Penentuan pola pengaliran daerah penelitian mengacu pada klasifikasi pola pengaliran menurut A.D.Howard (1967). Kemudian penentuan satuan geomorfik atau bentuklahan daerah penelitian mengacu pada klasifikasi bentuklahan menurut Van Zuidam (1983) yang didasarkan pada aspek – aspek geomorfologi yaitu morfologi, morfometri, morfogenesis dan morfokonservasi.
- b. Analisis struktur geologi
Analisa struktur geologi ini mengacu pada klasifikasi Rickard (1972) untuk penamaan struktur patahan/*fault* serta mengacu pada klasifikasi Fluety (1964) untuk penamaan struktur lipatan/*fold*, data struktur diperoleh melalui pengamatan secara visual di lapangan dan didukung dengan cara mengkaji peta topografi berdasarkan pola kelurusan sehingga dapat diinterpretasikan keberadaan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian.
- c. Analisis sampel batuan
Analisis ini dilakukan pada sampel batuan yang diambil di beberapa titik lokasi pengamatan daerah penelitian. Analisis sampel batuan ini terdiri dari :
 - Analisis Petrografi
Analisis ini meliputi pengamatan sayatan tipis dari sampel batuan secara mikroskopis menggunakan mikroskop polarisasi. Analisis ini bertujuan untuk menentukan nama batuan yang didasarkan tekstur, struktur dan komposisi mineral menurut klasifikasi Gilbert (1954).

- Analisis Sampel Batubara

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan *ash*, *total sulphur*, *fix carbon* dan nilai kalori untuk menentukan kualitas daribatubara di daerah penelitian. Analisis ini juga dimaksudkan sebagaisalah satu parameter yaitu aspek kimia dalam menentukan lingkunganpengendapan daerah penelitian.

d. Analisis studio

Hasil analisis dan interpretasi data bawah permukaan seperti log pemboran dari setiap tahapan dievaluasi atau dikaji ulang untuk mendapatkan hasil akhir yang maksimum kemudian dilakukan korelasi struktur dan korelasi stratigrafi dari data bawah permukaan atau log pemboran tersebut.

4. Tahap penyusunan laporan dan penyajian data

Tahapan ini merupakan tahap akhir dari seluruh kegiatan penelitian. Kemudian data dan informasi yang telah dianalisis dan diolah disajikan dalam bentuk laporan tertulis daerah penelitian.

GEOLOGI DAERAH KEAY DAN SEKITARNYA

Pembahasan mengenai geologi daerah penelitian meliputi pembahasan tentang geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah geologi daerah penelitian.

Geomorfologi daerah penelitian

Pengamatan geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi :

1. Pengamatan pola pengaliran

Pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian adalah *directional trellis*. Pola pengaliran *directional trellis* adalah pola pengaliran yang di bentuk dari rangkain cabang atau anaksungai yang mengalir relatif tegak lurus terhadap sungai utama atau sungai induk. Hasil analisis arah aliran sungai tersebut menjadi salah satu dasar bagi penulis didalam menentukan jenis pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian.

2. Pengamatan bentuklahan

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi dan klasifikasi bentuklahan menurut Van Zuidam (1983), maka satuan bentuklahan daerah penelitian dibagi menjadi :

a. Perbukitan Homoklin

Satuan ini berada di hampir seluruh daerah penelitian dengan bentukan morfologi berupa perbukitan. Sub satuan geomorfologi perbukitan homoklin menepati 80% luas seluruh daerah penelitian dengan arah penyebaran memanjang Timurlaut - Baratdaya, dengan dicirikan kenampakan morfologi perbukitan. Ketinggian antara 20 - 80 meter, sudut kemiringan lereng 4° - 16° (Gambar 1).

Bentuk lereng miring-agak curam, stadia erosi sungai berkembang di sub satuan ini berupa stadia erosi muda sampai dewasa, erosi vertical dengan bentuk lembah sungai V dan U. Litologi didominasi oleh batulempung. Sungai yang ada di daerah sub satuan ini umumnya bersifat periodis yang mengalir di musim hujan. Kondisi seperi ini menyebabkan tingkat erosi kecil. Penyebaran sub satuan ini menyebar merata di seluruh lokasi penelitian. Litologi yang menyusun sub satuan ini terdiri dari batulempung, batulanau, batubara dan batupasir masif dari komponen penyusun formasi Pulaubalang. Dalam peta geomorfologi bertanda S 21.



Gambar 1. Kenampakan morfologi bentukasal struktural, bentuk lahan Perbukitan Homoklin (S 21) dari LP 1, foto menghadap ke arah timur, cuaca cerah.

b. Lembah Homoklin

Satuan ini berada di bagian tenggara daerah penelitian dengan bentukan morfologi berupa lembah yang di aliri oleh air di sungai-sungai yang terdapat di daerah penelitian (Gambar 2). Sub satuan geomorfologi ini menempati sekitar 20 % seluruh luas daerah penelitian, dengan arah penyebaran memanjang Timurlaut-Baratdaya dibagian tengah. Sudut lereng berkisar $2^0 - 4^0$. Ketinggian antara 20 - 40 meter. Bentuk lereng bergelombang, stadia erosi sungai muda sampai dewasa dengan bentuk lembah U dan V. Litologi yang mendominasi sub satuan geomorfologi ini terdiri dari batulempung, batulanau, batubara dan batupasir masif dari komponen penyusun formasi Pulaubalang. Dalam peta geomorfologi bertanda S 22.



Gambar 2. Kenampakan morfologi bentuksal struktural, bentuk lahan Lembah Homoklin (S 22) dari LP 43, foto menghadap ke arah timur, cuaca cerah.

Stratigrafi daerah penelitian

Berdasarkan ciri fisik litologi dan keseragaman jenis litologi dominan yang telah diamati pada daerah penelitian maka stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi tiga (2) satuan litostratigrafi tidak resmi yang diurutkan dari tua ke muda (Gambar 3) adalah sebagai berikut :

UMUR (Satyana, 1997)	SATUAN LITOSTRATIGRAFI		SIMBOL LITOLOGI	PEMERIAN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	
	FORMASI	SATUAN BATUAN			J.C. Hooge, et al (1978)	Allen And Chambers (1998)
MIOSEN TENGAH	PULAUBALANG	batupasir kuarsa Pulaubalang		<p>Satuan batupasir kuarsa Pulaubalang : Satuan ini disusun oleh batupasir, berwarna abu-abu keputihan - coklat, ukuran butir pasir sangat halus - pasir sedang, derajat pembundaran membulat tanggung, terplah baik, kemas tertutup, komposisi mineral kuarsa dengan semen silika, struktur sedimen masif, laminasi, dan laminasi bergelombang. Sebagian tempat terdapat batulempung, batulempung karbonan, batubara, batulanau, dan sisipan batubara. Satuan ini menempati 40 % dari seluruh luasan daerah telitian.</p>	TRANSITIONAL LOWER DELTA PLAIN	LOWER DELTA PLAIN
		batulempung Pulaubalang				

Gambar 3.Stratigrafi daerah penelitian tanpa skala (Penulis, 2014).

1. Satuan batulempung Pulaubalang.

Satuan batulempung Pulaubalang di daerah penelitian ini terdiri dari batulempung dengan sisipan batulanau, batulempung karbonan, batubara, dan batupasir (Gambar 4). Kenampakan satuan ini di lapangan memperlihatkan adanya struktur sedimen berupa masif. Berdasarkan analisis petrografi diperoleh nama batuan *Claystone* (Gilbert, 1982) dan *Mudstone* (Pettijohn, 1957). Penyebaran Satuan batulempung Pulaubalang di daerah penelitian mempunyai luas sekitar 60%.Arah penyebaran mengelompok dari bagian Timurlaut hingga Baratdaya daerah penelitian, dalam peta geologi berwarna hijau tua.Berdasarkan hasil pengukuran penampang stratigrafi terukur, satuan batuan ini memiliki ketebalan > 976,347 m.



Gambar 4. Singkapan satuan batulempung Pulaubalang LP 12, Kedudukan N 042⁰ E/26⁰, lokasi Keay, arah kamera tenggara N 158⁰ E, cuaca cerah.

2. Satuan batupasir kuarsa Pulaubalang

Satuan batupasir kuarsa Pulaubalang di daerah penelitian ini terdiri dari batupasir dengan sisipan batulanau, dan batupasir mengandung pecahan batubara (Gambar 5). Kenampakan satuan ini di lapangan memperlihatkan adanya struktur sedimen berupa masif. Berdasarkan analisis petrografi diperoleh nama batuan *Quartz arenite* (Gilbert, 1982) dan *Quartz arenite* (Gilbert, 1972). Penyebaran Satuan batupasir kuarsa Pulaubalang di daerah penelitian mempunyai luas sekitar 40%.Arah penyebaran mengelompok di bagian selatan memanjang dari arah Timurlaut hingga Baratdaya daerah penelitian.



Gambar 5. Singkapan satuan batupasir kuarsa Pulaubalang LP 21, kedudukan tidak terlihat dengan jelas, lokasi Jengan Danum, arah kamera tenggara N 147⁰ E, cuaca cerah.

Lingkungan pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan satuan batulempung Pulaubalang dan satuan batupasir kuarsa Pulaubalang hanya didasarkan aspek fisika sebab peneliti tidak melakukan analisis kimia maupun biologi yang dapat menunjang hasil interpretasi lingkungan pengendapan satuan batuan penyusun daerah penelitian.

Hasil interpretasi lingkungan pengendapan di daerah penelitian diperoleh fasies pengendapan *The Muddy Sand* yang merupakan peciri fasies pengendapan *Lower Delta Plain* (Allen and Chambers, 1998) dan lingkungan *Transitional Lower Delta Plain* (J.C.Horne et al, 1978).

STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

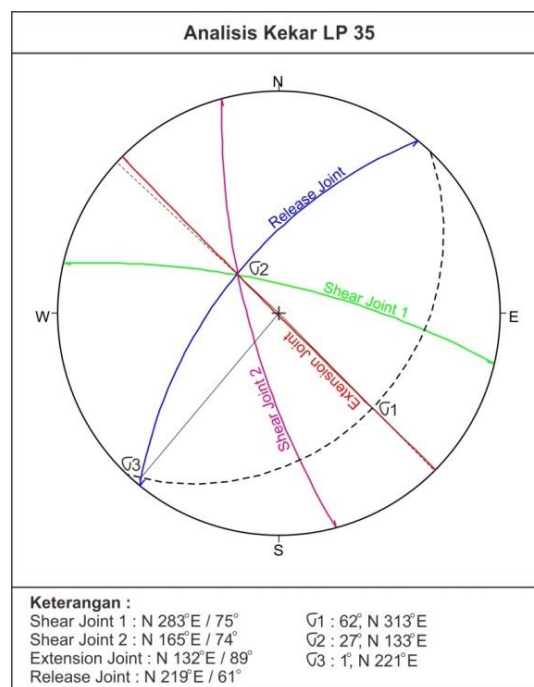
Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian telah dipetakan berikut dengan pengukuran dan dokumentasi unsur – unsur struktur beserta variasi litologi. Berdasarkan hasil pengamatan dan observasi singkapan di daerah penelitian, diperoleh kekar contohnya di lokasi pengamatan 35, 47, dan 54 serta kedudukan lapisan batuan yang cenderung bervariasi. Kedudukan lapisan batuan yang bervariasi tersebut memiliki arah umum jurus perlapisan batuan Timurlaut - Baratdaya dan arah umum kemiringan lapisan batuan berarah Tenggara. Jurus dan kemiringan lapisan batuan yang bervariasi di daerah penelitian tersebut diinterpretasikan sebagai struktur homoklin.

Kekar LP 35

Kedudukan umum bidang rekahan *shear joint 1* adalah $N 283^{\circ} E / 75^{\circ}$ sedangkan kedudukan bidang rekahan *shear joint 2* adalah $N 165^{\circ} E / 74^{\circ}$ (Gambar 6). Setelah dilakukan analisis data maka diperoleh kedudukan *extension joint* adalah $N 132^{\circ} E / 89^{\circ}$ sedangkan kedudukan *release joint* adalah $N 219^{\circ} E / 61^{\circ}$ (Gambar 7).



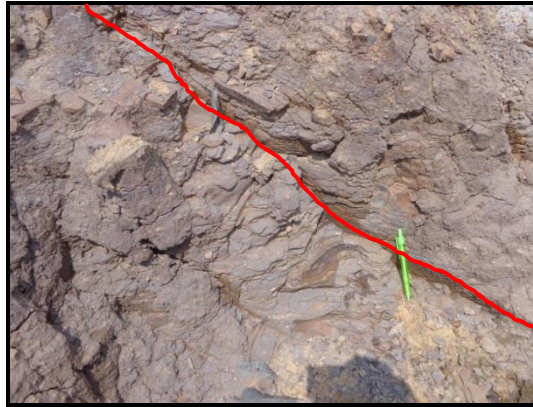
Gambar 6. Kenampakan struktur kekar di lokasi pengamatan 35.



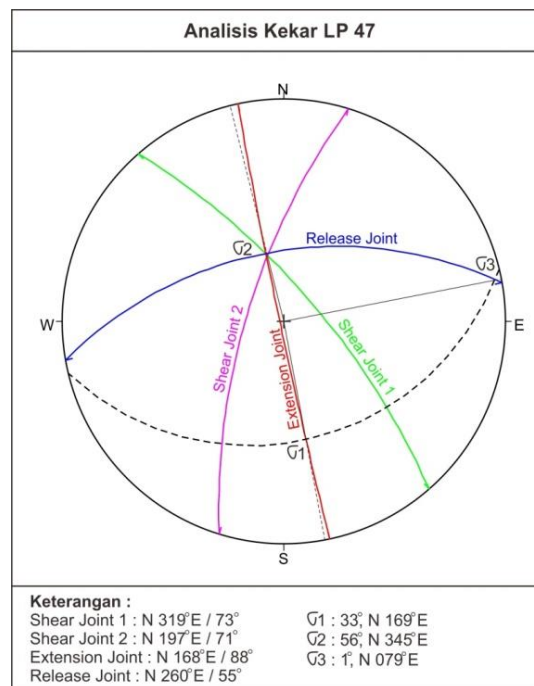
Gambar 7. Hasil analisis *stereografis* kekar di lokasi pengamatan 35.

Kekar LP 47

Kedudukan umum bidang rekahan *shear joint 1* adalah $N 319^{\circ} E / 73^{\circ}$ sedangkan kedudukan bidang rekahan *shear joint 2* adalah $N 197^{\circ} E / 71^{\circ}$ (Gambar 8). Setelah dilakukan analisis data maka diperoleh kedudukan *extension joint* adalah $N 168^{\circ} E / 88^{\circ}$ sedangkan kedudukan *release joint* adalah $N 260^{\circ} E / 55^{\circ}$ (Gambar 9).



Gambar 8. Kenampakan struktur kekar di lokasi pengamatan 47.



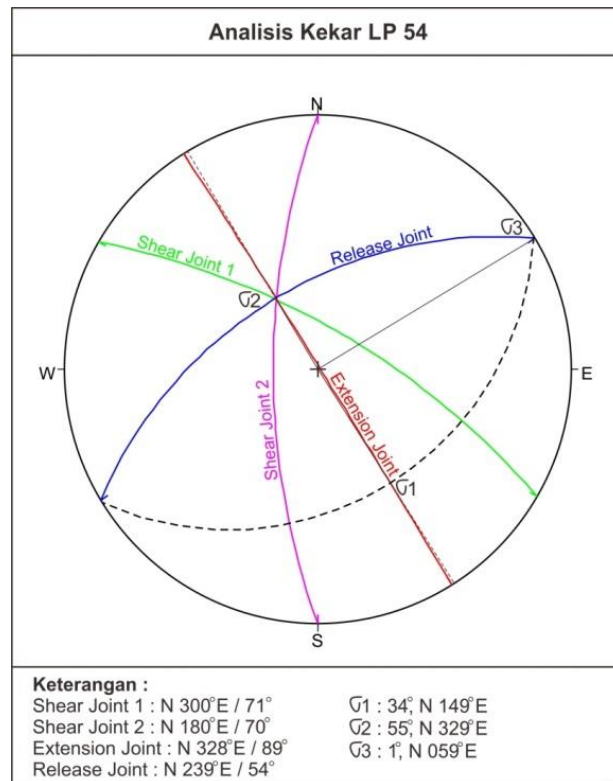
Gambar 9. Hasil analisis *stereografis* kekardi lokasi pengamatan 47.

Kekar LP 54

Kedudukan umum bidang rekahan *shear joint 1* adalah N 319° E/73° sedangkan kedudukan bidang rekahan *shear joint 2* adalah N 197° E/71°. (Gambar 10). Setelah dilakukan analisis data maka diperoleh kedudukan *extension joint* adalah N 168° E/88° sedangkan kedudukan *release joint* adalah N 260° E/55° (Gambar 11).



Gambar 10. Kenampakan struktur kekar di lokasi pengamatan 54.



Gambar 11. Hasil analisis *stereografis* kekar di lokasi pengamatan 54.

GEOMETRI BATUBARA DAERAH PENELITIAN

Secara umum geometri lapisan batubara memang lebih sederhana bila di dibandingkan dengan endapan mineral yang lain (Spero Carras, 1984, dalam B. Kuncoro 2000). Tetapi kenyataan di lapangan selain ditemukan sebagian yang melampar luas dengan ketebalan menerus dan dalam urutan yang teratur juga dijumpai lapisan batubara yang tersebar tidak teratur, tidak menerus, menebal, menipis, terpisah, dan melengkung dengan geometri yang bervariasi.

Karakteristik lapisan batubara seam penelitian

Lapisan batubara *seam* A dan A', batubara *seam* B dan B', serta batubara *seam* C dan C' (Tabel 1) merupakan lapisan batubara dari beberapa lapisan batubara yang dapat diamati di daerah penelitian, yang memiliki daya tarik tersendiri bagi penulis karena memiliki ketebalan lapisan, pola penyebaran, serta kualitas batubara yang cukup baik.

Untuk dapat mengetahui geometri dari batubara *seam* A dan A' kita terlebih dahulu mengenali karakteristik fisik *seam* batubara tersebut, baik kenampakan fisik yang ada di lapangan maupun identifikasi karakter *seam* batubara dan bentukan pola Log hasil pengeboran, agar dapat dilakukan korelasi dari *seam* batubara tersebut dengan metode penampang.

Tabel 1. Skema *seam* daerah penelitian.

Main Seam	Splitting Seam
A	A
	A'
B	B
	B'
C	C
	C'

**KETEBALAN
Seam A dan A'**

Hasil analisis data sekunder E-Log menggunakan data Log, maka di dapatkan variasi ketebalan batubara *seam* A dan A' di daerah Penelitian disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Variasi ketebalan batubara *seam* A dan *seam* A' berdasarkan data log.

No	Kode Bor	Tebal Seam		
		A	A'	A + A'
1	DDK - 433	2.38	1.74	4.12
2	DDK - 403	?	2.47	2.47
3	DDK - 109	2.55	2.40	4.95
4	DDK - 108	3.04	2.09	5.13
5	DDK - 116	2.52	2.46	4.98

Ketebalan batubara *seam* A dan *seam* A' di daerah penelitian rata-rata adalah 2,62 m untuk *seam* A dan 2,23 m untuk *seam* A' (Gambar 12). Berdasarkan parameter ketebalan menurut Jeremic (1985) di atas, maka lapisan batubara *seam* A di daerah penelitian secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori batubara tebal.



Gambar 12. Singkapan lapisan batubara *seam* A dan A' di daerah penelitian.

Seam B dan B'

Hasil analisis data sekunder E-Log menggunakan data Log tersebut, maka di dapatkan variasi ketebalan batubara *seam* B dan B' di daerah penelitian disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Variasi ketebalan batubara *seam* B dan *seam* B' berdasarkan data log.

No	Kode Bor	Tebal Seam		
		B	B'	B + B'
1	DDL - 033	1.35	1.56	2.91
2	DDL - 032	3.13	-	3.13
3	DDK - 403	1.40	0.84	2.24
4	DDK - 429	1.59	0.60	2.19
5	DDK - 008	1.65	0.91	2.56
6	DDK - 014	1.42	0.69	2.11

Ketebalan batubara *seam B* dan *seam B'* di daerah penelitian rata-rata adalah 1,84 m untuk *seam B* dan 0,76 m untuk *seam B'* (Gambar 13). Berdasarkan parameter ketebalan menurut Jeremic (1985) di atas, maka lapisan batubara *seam B* di daerah penelitian secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori batubara sedang.



Gambar 13. Singkapan lapisan batubara *seam B* dan *B'* di daerah penelitian.

Seam C dan C'

Hasil analisis data sekunder E-Log menggunakan data Log tersebut, maka di dapatkan variasi ketebalan batubara *seam C* dan *C'* di daerah penelitian disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Variasi ketebalan batubara *seam C* dan *seam C'* berdasarkan data log.

No	Kode Bor	Tebal Seam		
		C	C'	C + C'
1	DDK - 419	2.06	3.03	5.09
2	DDL - 033	1.90	3.67	5.57
3	DDK - 429	1.72	0.82	2.54
4	GTK - 04	3.90	3.27	7.17
5	DDK - 008	2.95	?	2.95

Ketebalan batubara *seam C* dan *seam C'* di daerah penelitian rata-rata adalah 2,51 m untuk *seam C* dan 2,70 m untuk *seam C'* (Gambar 14). Berdasarkan parameter ketebalan menurut Jeremic (1985) di atas, maka lapisan batubara *seam C* di daerah penelitian secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori batubara tebal.



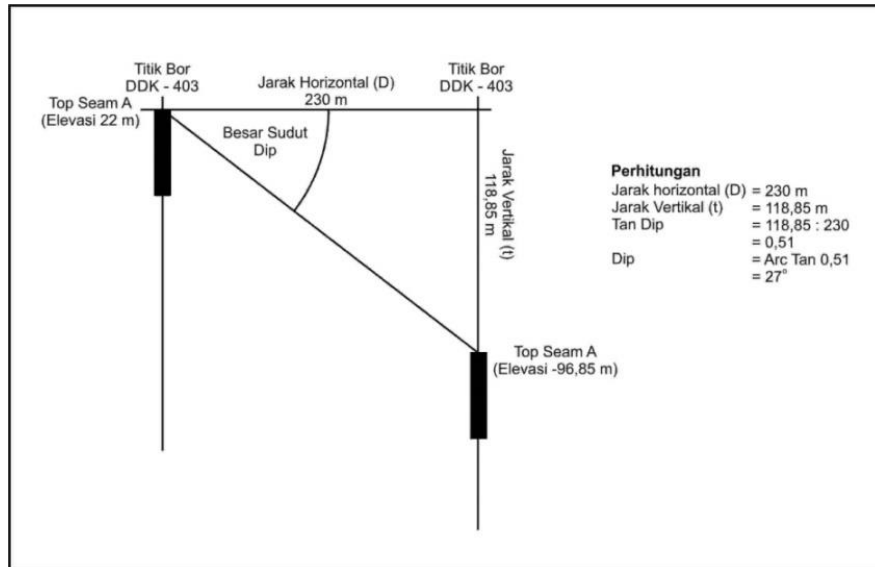
Gambar 14. Singkapan lapisan batubara *seam C* dan *C'* di daerah penelitian.

Kemiringan lapisan batubara

Hasil pengamatan dilapangan (data singkapan) lapisan batubara menyebar dengan arah jurus relatif ke arah timurlaut sedangkan kemiringannya berkisar antara 25° - 35° . Hasil perhitungan besar sudut kemiringan yang di hitung dengan

menggunakan prinsip matematika sederhana Trigonometri, diperoleh besar sudut dip lapisan batubara di daerah penelitian berkisar antara 21° - 33° cenderung melandai ke arah baratdaya daerah penelitian. Berdasarkan (Jeremic, 1985, dalam B. Kuncoro, 2009) termasuk dalam kategori landai sampai dengan miring.

Arah kemiringan lapisan batubara di daerah penelitian relatif mengarah ke tenggara mengikuti arah dari kemiringan kedudukan batuan sayap sinklin yang terbentuk di lokasi penelitian (Gambar 15).



Gambar 15. Metode perhitungan kemiringan lapisan batubara daerah penelitian.

POLA KEDUDUKAN LAPISAN BATUBARA ATAU SEBARANNYA

Pola kedudukan lapisan batubara di daerah penelitian secara umum dipengaruhi oleh proses-proses geologi yang berlangsung setelah proses pengendapan batubara di daerah penelitian telah selesai. Hal yang mendasari penulis menginterpretasikan bahwa struktur geologi di daerah penelitian bekerja setelah proses pengendapan batubara itu selesai terlihat dalam singkapan batubara yang tersingkap dilapangan memiliki kemiringan atau telah mengalami deformasi batuan akibat gaya tektonik.

Kedudukan lapisan batubara di daerah penelitian (Tabel 5) termasuk ke dalam kategori teratur karena peneliti tidak menemukan struktur geologi berupa lipatan ataupun sesar yang dapat mempengaruhi pola kedudukan lapisan batubara di daerah penelitian (Jeremic, 1985, dalam B. Kuncoro, 2009).

Tabel 5. Kedudukan (jurus dan kemiringan) lapisan batubara di daerah penelitian.

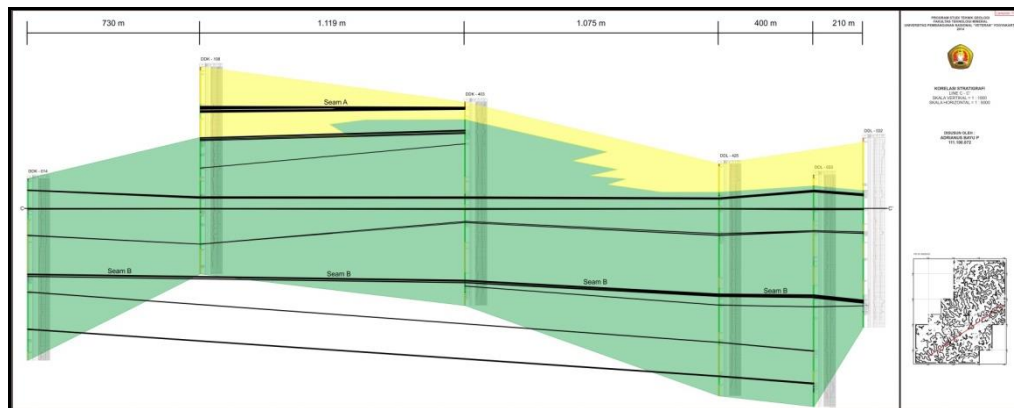
Lokasi Pengamatan	Strike	Dip	Lokasi Pengamatan	Strike	Dip
1	32	32	39	52	34
2	32	32	40	50	30
4	30	40	42	65	35
24	28	26	52	55	35
27	12	20	55	74	27
28	35	24	56	62	30
32	63	31	62	54	34
36	45	57	63	42	34
37	45	57	64	62	30
38	48	45			

Kemenerusan lapisan batubara

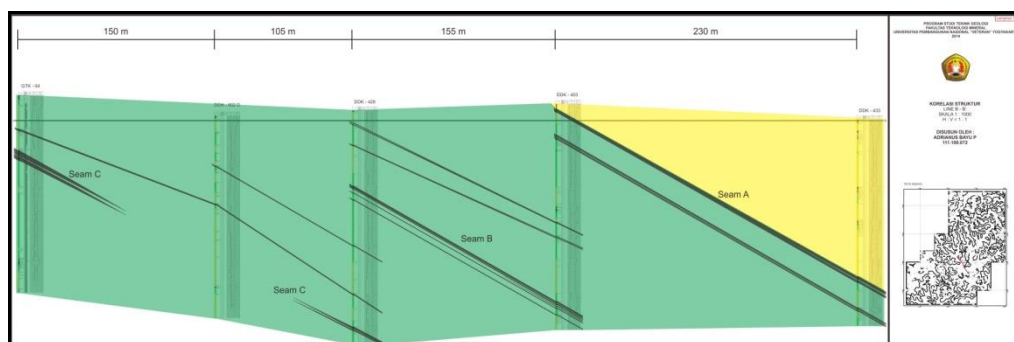
Pola menerus dan tidakmenerusan lapisan batubara yang ada di daerah penelitian dipengaruhi oleh proses-proses yang berlangsung saat proses pengendapan berlangsung (*syn-depositional*) maupun setelah proses pengendapan berlangsung (*post-depositional*). Lapisan batubara yang ada di daerah penelitian memiliki pola kemenerusan searah dengan kemiringan lapisan pengapitnya, namun umum seperti lapisan batubara yang terbentuk di lingkungan pengendapan *channel – swamp* dimana lapisan batubaranya mengalami gangguan atau terkikis oleh aliran sungai (*washout*).

Lapisan batubaraseam A, A', B, dan B' memiliki tingkat kemenerusan yang relatif stabil walaupun ketebalan dari masing-masing seam tersebut tidak selalu sama (Gambar 16). Artinya, seam tersebut dapat dijumpai di sepanjang jurus/*strike* maupun sepanjang arah kemiringan/*dip* dari seam tersebut. Namun, seam A dan seam A' tidak ditemukan di data bor DDK – 403 sebab seam tersebut telah bergabung menjadi satu atau tidak lagi dipisahkan oleh material bukan batubara (*parting*). Hal ini menunjukkan bahwa awalnya seam Adan A' merupakan suatu lapisan batubara dengan ketebalan yang cukup tebal kemudian dipisahkan oleh material bukan batubara menjadi seam A dan A' (*splitting*). Hal ini terjadi diakibatkan oleh adanya gangguan saat proses sedimentasi material organik berlangsung sehingga secara setempat material organik yang terendapkan di cekungan tersebut dipisahkan oleh material non organik.

Seam C dan C' yang tidak menerus di suatu tempat tertentu. Tidak hadirnyaseam C dan C' dapat dilihat dari hasil analisa data bor DDK – 002 D. Namun demikian, lapisan batubara seam C dan C' ditemukan kembali di titik bor disekitarnya (Gambar 17). Hal ini dapat terjadi karena saat proses terendapkannya material organik di cekungan sedimentasi terganggu oleh proses pengikisan (*washout*) oleh aktifitas fluviatil sehingga lapisan batubara yang sudah terendapkan di suatu cekungan sedimen terkikis oleh material sedimen yang terbawa oleh aliran sungai.



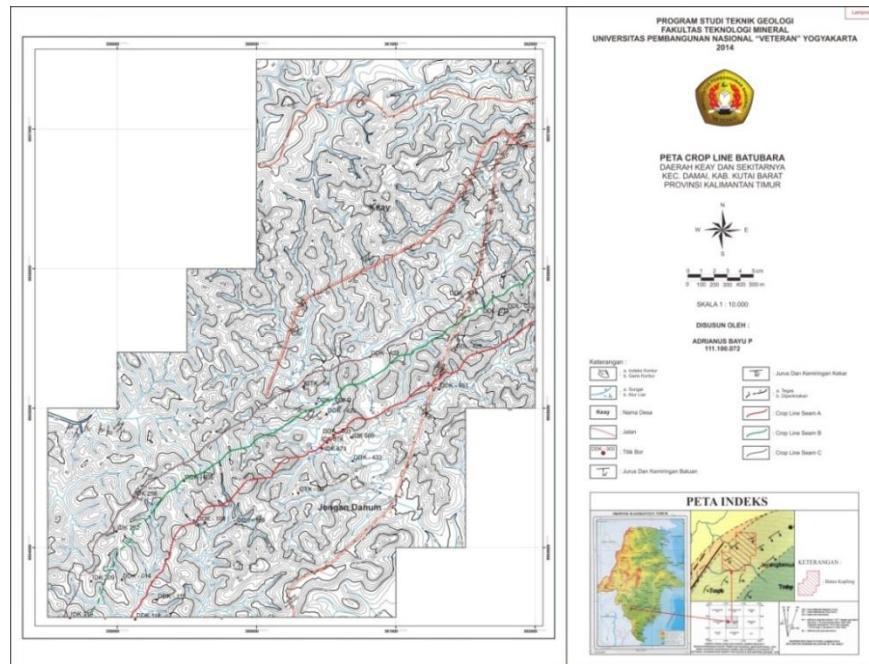
Gambar 16. Kemenerusan lapisan batubara seam A, dan seam B di daerah penelitian berdasarkan korelasi stratigrafi tanpa skala data bor Line C - C'.



Gambar 17. Kemenerusan lapisan batubara seam A, B, dan C di daerah penelitian berdasarkan korelasi struktur tanpa skala data bor Line B - B'.

Pola sebaran lapisan batubara

Pola sebaran lapisan batubara di daerah penelitian sangat mempengaruhi terhadap perhitungan cadangan, pembagian blok penambangan serta perluasan daerah penambangan. Secara horizontal pola persebaran lapisan batubara seam A dan A', B dan B', serta C dan C' di daerah penelitian memanjang dari timurlaut hingga ke baratdaya sedangkan persebaran batubara yang dijumpai di daerah penelitian secara vertikal menyebar ke arah tenggara mengikuti arah kemiringan lapisan batubara tersebut (Gambar 18). Pola persebaran lapisan batubara di daerah penelitian dikendalikan oleh struktur geologi berupa lipatan/*fold* berupa sayap sinklin dengan kedudukan lapisan batuan yang homoklin.



Gambar 18. Peta persebaran lapisan batubara seam A, seam B, dan seam C di daerah penelitian.

Estimasi sumberdaya batubara

Makna melakukan perhitungan cadangan/sumberdaya batubara adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menentukan kualitas, kuantitas, dan kemampuan menghasilkan endapan batubara yang mempunyai nilai ekonomis. Atas dasar tersebut, maka perlu diketahui kendali geologi yang mempengaruhi estimasi cadangan batubara di daerah penelitian (Tabel 6).

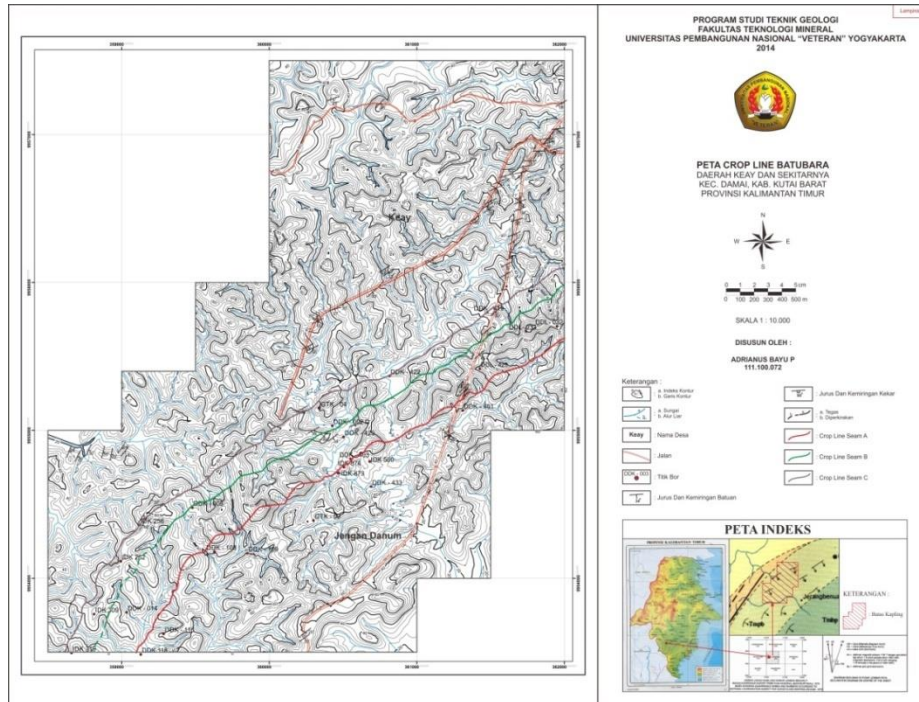
Tabel 6. Aspek struktur geologi, lingkungan pengendapan, dan geometri lapisan batubara sebagai parameter kondisi geologi.

Parameter Kondisi Geologi	
Struktur Geologi	
Kedudukan Batuan	Arah jurus (strike) timurlaut - baratdaya
	Arah kemiringan (dip) tenggara
Sedimentasi	
Lingkungan Pengendapan	Transitional Lower Delta Plain (Allen and Chambers, 1998)
	Lower Delta Plain (J.C. Horne, 1978)
Kondisi <i>roof</i> dan <i>floor</i>	Floor berupa sedimen berbutir halus berwarna gelap hingga karbonan. Dengan <i>roof</i> berupa batulempung berwarna abu-abu hingga karbonan, namun di beberapa tempat <i>roof</i> -nya berupa batupasir sebagai indikasi <i>crevasse splay</i> .
Geometri Lapisan Batubara	
Tebal	0,6 - 3,9 m (tipis - tebal)
Kemiringan	21 ⁰ - 33 ⁰
Pola Sebaran	Searah dengan jurus perlapisan yaitu timur laut-baratdaya
Keteraturan	Terdapat perubahan ketebalan, namun lapisan menerus di daerah penelitian
Bentuk	Secara keseluruhan berbentuk melebar dengan kemiringan ke arah tenggara

Berdasarkan parameter di atas, maka tingkat kompleksitas geologi batubara di daerah penelitian termasuk ke dalam kategori sedang, maka tingkat kesulitan estimasi perhitungannya termasuk kategori sedang. Hal ini dikarenakan adanya perubahan jurus dan kemiringan lapisan batubara akibat struktur lipatan.

Perhitungan sumberdaya batubara

Perhitungan sumberdaya batubara yang dilakukan di daerah penelitian yaitu lapisan batubara *seam*A, *seam* B, dan *seam* C dibagi menjadi 2 blok perhitungan. Metode yang digunakan untuk perhitungan sumberdaya batubara di daerah penelitian menggunakan metode penampang (Kuzvart dan Bohmer, 1964). Jarak antar sayatan disesuaikan dengan jarak titik bor satu dengan titik bor lainnya (Gambar 19).



Gambar 19. Blok perhitungan sumberdaya lapisan batubara *seam*A, *seam*B, dan *seam* C di daerah penelitian.

Tabel 7. Perhitungan sumberdaya lapisan batubara *seam*A, *seam* B, dan *seam* C di daerah penelitian.

SEAM	BLOK	VOLUME BATUBARA TERUKUR (M ³)	TOTAL (M ³)	BOBOT BATUBARA TERUKUR (TONASE)	TOTAL (TON)
A	Utara	1.226.333,084	2.147.988,812	1.594.233,009	2.792.385,455
	Selatan	921.655,728		1.198.152,446	
B	Utara	731.982,258	1.123.413,353	951.576,935	1.460.437,359
	Selatan	391.431,095		508.860,424	
C	Utara	1.004.602,001	1.528.170,808	1.305.982,601	1.986.622,051
	Selatan	523.568,808		680.639,450	
Total			4.799.572,973	Total	6.239.444,865

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di daerah Keay dan sekitarnya, Kecamatan Damai, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur, maka hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian adalah *directional trellis* yang dikontrol oleh struktur homoklin. Satuan bentuklahan di daerah penelitian diklasifikasikan menjadi dua (2) satuan bentuklahan yaitu satuan bentuklahan Perbukitan Homoklin (S 21), dan satuan bentuklahan Lembah Homoklin (S 22).

2. Mengacu tata penamaan satuan litostratigrafi tidak resmi (SSI, 1996) yang didasarkan ciri fisik dan keseragaman litologi, stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi dua (2) satuan tidak resmi yang diurutkan dari tua ke muda adalah satuan batulempung Pulaubalang (Miosen Tengah), dan satuan batupasir Pulaubalang (Miosen Tengah) dengan hubungan antar satuan batuan berupa perbedaan facies menjari.
3. Hasil pengamatan dan observasi singkapan di daerah penelitian, diperoleh struktur geologi yang berkembang adalah kekar dan kedudukan lapisan batuan yang relatif seragam (homogen). Kedudukan lapisan batuan yang relatif seragam tersebut memiliki arah umum jurus perlapisan batuan berarah timurlaut – baratdaya dan kemiringan lapisan batuan mengarah ke tenggara. Jurus dan kemiringan lapisan batuan yang relatif seragam di daerah penelitian tersebut diinterpretasikan sebagai struktur homoklin.
4. Hasil analisis aspek fisika yang telah dilakukan, diperoleh satuan batulempung Pulaubalang dan satuan batupasir Pulaubalang diendapkan di lingkungan *Lower Delta Plain* sampai dengan *Transitional Lower Delta Plain* dengan fasies pengendapan *The Muddy Sand* dan sublingkungan pengendapan *swamp, interdistributary bay* dan *crevasse splay*.
5. Ketebalan rata-rata lapisan batubara *seam A* adalah 4,33 m (tebal), *seam B* 2,52 m (sedang), dan *seam C* 4,66 m (tebal) dengan variasi ketebalan *seam A* dan *seam B* yang relatif seragam dan *seam C* yang cenderung lebih bervariasi.
6. Pola kemiringan lapisan batubara di daerah penelitian cenderung melandai ke arah baratdaya dengan sudut kemiringan antara 21° - 33° dan arah kemiringan relatif ke tenggara.
7. Kedudukan lapisan batubara di daerah penelitian termasuk ke dalam kategori teratur karena tidak dipengaruhi oleh struktur geologi berupa lipatan maupun patahan.
8. Lapisan batubara di daerah penelitian memiliki tingkat kemenerusan yang relatif stabil atau dapat ditemui disepanjang jurus maupun kemiringan.
9. Pola sebaran lapisan batubara di daerah penelitian secara lateral memanjang dari arah timurlaut hingga ke arah baratdaya dengan persebaran vertikal menyebar ke arah tenggara mengikuti arah kemiringan lapisan batubara tersebut.
10. Geometri lapisan batubara di daerah penelitian dipengaruhi oleh proses geologi yang berlangsung bersamaan dengan proses sedimentasi material organik (*syn-sedimentary*) seperti lingkungan pengendapan tempat material organik tersebut diendapkan serta proses geologi yang berlangsung setelah terjadinya proses pengendapan (*post-sedimentary*) berupa tektonik yang mengakibatkan lapisan batubara di daerah penelitian memiliki sudut kemiringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.Pand Chambers, J.L.C., 1998, *Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta*, IPA.
- Ardiansyah, Dipa. 2010. Geologi Dan Studi Geometri Batubara Daerah Konsesi PT. Green World, Daerah Sei-Hanyo, Kabupaten Kuala Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah (*Unpublish*)
- Boggs, S., 1987, *Principles of Sedimentology And Stratigraphy*, prentice hall, New Jersey.
- Brahmantyo, B dan Bandono, 2006, Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang, Jurnal Geoaplika (2006) Volume 1, Nomor 2, hal. 071 – 078.
- Christanto, Tyas W. 2008, Geologi Dan Geometri Lapisan Batubara Daerah Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Muara Bungo, Provinsi Jambi (*Unpublish*)
- Cook, A.C., 1999, *Coal Geology and Coal Properties*, Keiraville Konsultants, Australia, p:68-78 and 179-185.
- Diessel, C.F.K., 1992, *Coal Bearing Depositional System*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg.
- Horne, J.C. Ferm, J.C, Caruccio, F.T, and Baganz, B.P, 1978, *Depositional Models in Coal Exploration and Planning in Appalachian Region*, AAPG Buletin 62:2379-2411, Department of Geology, University of South Carolina, America.
- Howard A.D, 1967., *Drainage Analysis in Geologic Interpretation*. A Summation, AAPG Bull, Vol. 51, p. 2246-2259.
- Jeremic, M.I., 1985., *Strata Mechanics in Coal Mining*, A.A. Balkema Publs., Netherlands, p. 564.
- Khaidir, Zihan. 2013., Geologi Dan Lingkungan Pengendapan Lapisan Pembawa Batubara Formasi Pulaubalang Daerah Biangan dan sekitarnya, Kec. Damai, Kab. Kutai Barat, Prov. Kalimantan Timur, Dan daerah Lempenang Dan sekitarnya, Kec. Teweh Timur, Kab. Barito Utara, Prov. Kalimantan Tengah (*Unpublish*)
- Kuncoro, P. B., 1996., *Model Pengendapan Batubara Untuk Menunjang Eksplorasi Dan Perencanaan Penambangan*, Program Pascasarjana, ITB, Bandung.
- Larry Thomas. *Coal Geology*. Jhon Wiley & Sons, Ltd, USA. 2002.
- Mahardi, Singgih. 2009., Geologi Dan Deometri Batubara Daerah Muara Mea, Kecamatan Gunung Purei, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah (*Unpublish*)
- Moss, S.J and Chambers, J.L.C., 1999, *Depositional Modeling and Facies Architceture of Rift and Inversion Episodes in the Kutai Basin*, Kalimantan, Indonesia, IPA.

- Suwarno, N., dan Apandi, T., 1994., *Peta Geologi Lembar Longiram, Kalimantan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Ott, H.L, 1987., *The Kutai Basin – A Unique Structural History*, Jakarta, IPA.
- Rose, R., and Hartono, P., 1978., *Geological Evolution Of The Tertiary Kutei-Melawi Basin Kalimantan Indonesia*, Proceeding of the Indonesian Petroleum Association, 7th Annual Convention, Jakarta, Indonesia.
- Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, dipublikasikan oleh Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Saraswati, Enny, 2010., *Geologi Dan Geometri Batubara Berdasarkan Data Geologi Permukaan Dan Data Bawah Permukaan Pada Konsesi PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Pasir, Provinsi Kalimantan Timur (Unpublish)*
- Stach, E., *et all*, 1982, *Stach's Textbook of Coal Petrology*, Gebreder, Borntraeger, Berlin.
- Supriyatna, S., 1980, *Data Geologi Baru di Pegunungan Meratus Kalimantan Selatan*, Proceeding diskusi Ilmiah V, PPTMGB Lemigas, Jakarta
- Van Bemmelen, R.W., 1949., *The Geology of Indonesia*, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, The Hague.
- Van Zuidam, R.A., 1983., *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede The Netherlands.