

GEOLOGI DAN FAKTOR - FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEBAL LAPISAN BATUBARA DI DAERAH CINTAPURI DAN SEKITARNYA, KECAMATAN SIMPANG EMPAT PENGARON, KABUPATEN BANJAR, KALIMANTAN SELATAN

Hendri Rusmarwanto, Bambang Kuncoro, Agus Harjanto
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 - Secara geografis, daerah telitian terletak pada Zona UTM 50 dengan X : 0276499 – 0278700 dan Y : 9640200 – 9645000, yang secara administratif berada pada Desa Cintapuri, Kecamatan Simpang Empat Pengaron, Kabupaten Banjar, Propinsi Kalimantan Selatan. Luas daerah penelitian adalah 12 km² dengan ukuran 3,5 km x 4,5 km².

Geomorfologi daerah telitian dibagi berupa satuan bentuk asal Denudasional (D), Fluvial (F) dan Lahan Bekas Tambang (H). Masing-masing satuan bentuk asal tersebut dibagi menjadi 1 sub satuan geomorfik. Satuan Perbukitan Bergelombang Lemah (D1) yang menempati 74% dari lokasi penelitian, Rawa (F1) menempati 8% dari lokasi penelitian dan Lahan Bekas Tambang (H1) menempati 23% dari lokasi penelitian.

Lokasi ini masuk di dalam Cekungan Barito yang masuk ke dalam Sub Cekungan Asam-asam. Stratigrafi daerah telitian terdiri dari 2 satuan batuan, berikut ini urutan –urutan satuan batuan dari tua ke muda, Satuan Batupasir Warukin terdiri dari litologi batupasir silikaan, batulanau, dan batulempung, umur Miosen tengah – akhir (5,3 jtyl – 16,2 jtyl). Satuan ini terendapkan pada lingkungan *Upper delta plain - fluvial*. Satuan Konglomerat Dahor, terdiri dari litologi konglomerat, batupasir silikaan, lanau dan dengan sisipan lempung. Umur satuan Konglomerat Dahor Miosen akhir – Pliosen (1,6 jtyl – 5,3 jtyl). Satuan ini terendapkan pada lingkungan *Upper delta plain - fluvial*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi variasi ketebalan lapisan batubara di daerah ini dipengaruhi oleh *splitting* yang terbentuk pada saat proses pengendapan batubara (*syn depositional*) dan erosional yang terjadi setelah proses pengendapan batubara (*post depositional*) yang mengakibatkan penipisan pada lapisan batubara pada daerah penelitian.

Kata – kata kunci : *splitting*, pengendapan, batubara.

PENDAHULUAN

Geometri lapisan batubara merupakan hal yang sangat penting di dalam penentuan sumber daya atau cadangan batubara. Tebal merupakan parameter geometri lapisan batubara (Kuncoro, 2000). Tebal lapisan batubara dapat hadir bervariasi dikendalikan oleh proses - proses geologi baik yang berlangsung bersamaan atau setelah pembentukan batubara. Proses – proses geologi tersebut, yaitu:

1. Proses geologi yang berlangsung bersamaan dengan pembentukan batubara: perbedaan kecepatan sedimentasi dan bentuk morfologi dasar pada cekungan, pola struktur yang sudah terbentuk sebelumnya dan kondisi lingkungan saat batubara terbentuk (*Syn depositional*).
2. Proses geologi yang berlangsung setelah lapisan batubara terbentuk: adanya sesar, erosi oleh proses - proses yang terjadi di permukaan, atau terobosan batuan beku (*Post depositional*).

Tebal lapisan dapat di interpretasikan melalui data well logging (Reeves, 1999), data bor serta data permukaan. Dengan data – data yang didapat di lapangan tersebut dapat menghasilkan sebuah permodelan baik dari hasil interpretasi ataupun dari korelasi yang berada di bawah permukaan ataupun dari permukaan itu sendiri yang dapat memperlihatkan apa saja faktor – faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan tebal lapisan batubara di daerah tersebut. Oleh karena itu pemahaman mengenai tebal lapisan batubara akan menjadi sangat penting untuk dipelajari.

Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi daerah penelitian, menghimpun data geometri lapisan batubara pada seam yang sama, yang terdiri dari data tebal lapisan batubara di lokasi penelitian, sekitar dan regional. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh proses faktor – faktor ketebalan terhadap tebal lapisan batubara dengan cara menghubungkan – hubungkan kondisi geologi lokal terhadap tebal lapisan batubara, mengetahui model faktor – faktor terhadap tebal lapisan batubara daerah penelitian, sekitar dan regional dengan cara menghubungkan – hubungkan faktor – faktor terhadap tebal lapisan batubara di lokasi penelitian dengan sekitar lokasi penelitian dan regional.

Ruang Lingkup dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di wilayah kuasa pertambangan PT. Putra Bara Mitra yang terletak di Desa Cintapuri, Kecamatan Simpang Empat Pengaron, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1.1). Secara astronomis berada pada koordinat 0276499 mE – 0278700 mE dan 9640200 mN – 9645000 mN (UTM Zona 50) dengan skala 1 : 15.000, dengan luas daerah telitian 3.5 x 4.5 km².

Daerah penelitian dapat ditempuh dari kota Yogyakarta menuju Banjarbaru Kalimantan Selatan dengan waktu tempuh ±3 jam menggunakan pesawat lalu dilanjutkan dengan transportasi darat menggunakan mobil dari Bandara Banjarbaru menuju lokasi penelitian dengan waktu tempuh ±2 jam perjalanan darat dari Bandara Banjarbaru. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Martapura, Kalimantan Selatan.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk laporan dan analisis yang terdiri atas:

- Peta lintasan dan lokasi pengamatan
- Peta geomorfologi
- Peta geologi
- Penampang stratigrafi terukur
- Analisa petrografi batuan sedimen
- Analisa umur relatif batuan sedimen
- Korelasi dan rekonsail data *well log*
- Tabulasi data lapangan

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini bagi bidang keilmuan adalah :

1. Untuk keilmuan adalah pemahaman hubungan faktor – faktor yang mempengaruhi tebal lapisan batubara di lokasi penelitian.
2. Untuk perusahaan, hasil penelitian ini merupakan model deskriptif dan genetik yang dapat digunakan sebagai pedoman, panduan, atau petunjuk di dalam pelaksanaan eksplorasi batubara.

METODE

Sistematika kerja dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Akuisi Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder

1. Studi pustaka regional (prolehan data sekunder)
2. Pemetaan geologi (prolehan data primer)
 - a. Pengamatan geomorfologi
 - b. Pengukuran struktur geologi
 - c. Profil singkapan
 - d. Lintasan stratigrafi terukur
3. Pemercontohan berupa pengambilan data sample singkapan.

2. Analisis Data

Tahapan analisis data terdiri atas analisis:

1. Bentuklahan

Pembagian bentuklahan daerah penelitian menggunakan klasifikasi Verstappen (1985). Di dalam pembagian bentuklahan terdapat empat aspek utama sebagai berikut:

 - a. Morfologi
 - b. Morfometri
 - c. Morfogenesis terdiri dari morfostruktur pasif, morfostruktur aktif, morfodinamik
 - d. Morfoasosiasi
2. Struktur geologi
3. Profil singkapan batubara
4. Penampang stratigrafi
5. Lingkungan pengendapan
6. Faktor-faktor yang mempengaruhi tebal lapisan batubara

3. Sintesa Data

Berdasarkan pengumpulan data dan analisis-analisis yang telah dilakukan maka dapat disintesis:

1. Model geologi batubara dan geometri lapisan batubara secara regional dan lokal yang dibangun dari data-data fisiografi regional, stratigrafi regional, struktur geologi regional dan batubara. Kemudian dilakukan analisis-analisis geologi batubara regional dan geologi daerah telitian.
2. Pengaruh factor-faktor ketebalan lapisan batubara yang dibangun dari data-data bentuk lahan, struktur geologi, dan profil singkapan. Kemudian dilakukan analisis-analisis satuan bentuklahan, struktur geologi, pola sebaran dan kemiringan.
3. Pengaruh lingkungan pengendapan terhadap geometri lapisan batubara yang dibangun dari data-data log bor dan lintasan stratigrafi terukur. Kemudian dilakukan alisa penampang stratigrafi.

Berdasarkan sintesa-sintesa tersebut sehingga dapat dibangun model geologi dan faktor-faktor yang mempengaruhi tebal lapisan batubara.

Kajian Pustaka

1. **Sikumbang dan Heryanto (1994)** : *Peta Geologi Regional Lembar Banjarmasin Skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, menjelaskan secara regional tentang stratigrafi dan struktur geologi Cekungan Asam-asam dan Cekungan Barito. Daerah penelitian secara stratigrafi termasuk dalam Formasi Warukin dan Formasi Dahor, dan kontrol struktur geologi berupa kedudukan lapisan dengan jurus relatif timur laut dengan arah kemiringan ke tenggara.
2. **Peta Fisiografi Indonesia (psg.bgl.esdm.go.id)** : Secara fisiografi daerah penelitian merupakan daerah perbukitan dengan morfologi perbukitan rendah, tersusun oleh batuan sedimen klastik dan batuan vulkanik, dengan proses pembentukan melalui pengendapan sedimen klastik dan vulkanik klastik.
3. **Allen (1998)** : menjelaskan tentang model lingkungan pengendapan batubara di Delta Mahakam, yang terdiri dari *delta plain*, *delta front*, dan *prodelta*. Model ini menunjukkan komponen sistem pengendapan dan letak lapisan pembawa batubara berdasarkan studi lingkungan pengendapan. Dari model ini dan didukung data penampang stratigrafi terukur, maka lingkungan pengendapan lapisan pembawa batubara dapat diketahui.
4. **Horne (1978)** : menjelaskan tentang model lingkungan pengendapan batubara di daerah pantai, yang terdiri dari *upper delta plain*, *transitional lower delta plain*, *lower delta plain*, *back barrier* dan *barier*. Model ini menunjukkan komponen sistem pengendapan dan letak lapisan pembawa batubara berdasarkan studi lingkungan pengendapan. Dari model ini dan didukung data stratigrafi terukur, maka sublingkungan pengendapan lapisan pembawa batubara dapat diketahui.
5. **Kuncoro (1996)** : menjelaskan tentang lapisan pembawa batubara dan batuan yang berasosiasi dengan lapisan batubara. Posisi penelitian ini adalah menjelaskan karakteristik lapisan pembawa batubara daerah penelitian.
6. **Reeves (1986)** : menjelaskan tentang *wireline log* adalah catatan terus menerus dari pengukuran yang dilakukan dalam lubang bor oleh *probe* yang mampu merespon variasi dalam beberapa sifat fisik dari batuan di mana lubang bor dibor.

TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL

Fisiografi Regional

Pulau Kalimantan memiliki bentukan fisiografi yang cukup kompleks, terdiri dari dataran berawa, hutan bakau, plato, perbukitan terpisah, dan perbukitan rendah (psg.bgl.esdm.go.id). Litologi penyusunnya pun menjadi bermacam-macam meliputi lempung, lumpur, dan gambut untuk dataran rawa dan hutan bakau, batuan sedimen klastik untuk daerah plato, serta batuan sedimen klastik.

Secara fisiografi daerah penelitian merupakan dataran rendah (dataran berawa, sebagian hutan bakau) dengan litologi penyusun berupa lempung, lumpur, pasir, bahkan kerikil dan daerah perbukitan dengan morfologi perbukitan rendah, tersusun litologi batuan sedimen klastik, dengan proses pembentukan melalui pengendapan sedimen klastik.

Stratigrafi Regional

Pada Cekungan Barito terdapat formasi batuan sedimen pembawa lapisan batubara. Formasi Warukin diendapkan selama proses regresi, menindih Formasi Berai. Formasi Warukin berumur Miosen Tengah hingga Miosen Atas yang umumnya terdiri atas batuan sedimen klastik berbutir halus, batulempung dan sedikit batulanau dan batupasir, serta lapisan batubara. Pada kala yang lebih muda diendapkan secara tidak selaras Formasi Dahor berumur Plio-Plistosen. Formasi Dahor terdiri atas batupasir dan sedikit batuan sedimen klastik berbutir halus, serta lapisan lignit. Formasi Dahor ditindih oleh sedimen kuartar berupa sedimen klastik hasil rombakan batuan sebelumnya

Formasi Warukin yang berumur Miosen Tengah merupakan formasi pembawa lapisan batubara pada blok Asam-Asam, Mulia, Bunati, dan Serongga. Formasi ini terendapkan dalam Sub-cekungan Asam Asam dan Cekungan Barito.

Formasi Dahor, berumur Plio-Plistosen terdiri dari batupasir kuarsa kurang padu, konglomerat dan batulempung lunak, dengan sisipan lignit, kaolin dan limonit. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan paralik.

Aluvial, tersusun oleh kerikil, pasir, lanau, lumpur dan lempung. Material penyusun ini bersifat lepas dan belum terkompaksi dengan baik.

Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang terdapat di Kalimantan Selatan adalah antiklin, sinklin, sesar naik, sesar mendatar dan sesar turun. Sumbu lipatan umumnya berarah timurlaut – baratdaya dan umumnya sejajar dengan arah sesar normal.

Kegiatan tektonik daerah ini diduga telah berlangsung sejak Zaman Jura, yang menyebabkan bercampurnya batuan ultramafik dan batuan malihan. Pada Zaman Kapur Awal atau sebelumnya terjadi penerobosan granit dan diorit yang menerobos batuan ultramafik dan batuan malihan. Pada Kala Paleosen kegiatan tektonik menyebabkan terangkatnya batuan Mesozoikum, disertai penerobosan batuan andesit porfiri.

Pada Awal Eosen terendapkan Formasi Tanjung dalam lingkungan paralas (Sikumbang dan Heryanto, 1994). Pada saat bersamaan kompleks meratus telah ada, namun hanya berupa daerah yang sedikit lebih tinggi di bagian cekungan dan diendapkan berupa lapisan sedimen yang lebih tipis dari daerah sekitarnya (Hamilton, 1979). Pada kala Oligosen terjadi genang laut yang membentuk Formasi Berai. Kemudian pada Kala Miosen terjadi susut laut yang membentuk Formasi Warukin (Sikumbang dan Heryanto, 1994). Struktur geologi regional dan sebaran batuan pada daerah Banjarmasin dapat dilihat pada Peta Geologi Regional Lembar Banjarmasin

Gerakan tektonik yang terakhir terjadi pada Kala Miosen yang menyebabkan batuan yang tua terangkat membentuk Tinggian Meratus dan melipat kuat batuan Tersier dan Pra-Tersier. Sejalan dengan itu terjadilah pensesaran naik dan geser yang diikuti sesar turun dan pembentukan Formasi Dahor pada Kala Pliosen. (Sikumbang dan Heryanto, 1994)

Di Kalimantan Selatan terdapat dua cekungan besar, yaitu Cekungan Barito dan Cekungan Asam-asam. Dua cekungan ini dibatasi oleh Pegunungan Meratus yang melintang dari utara ke baratdaya.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pola Pengaliran dan Stadia Erosi

Pola pengaliran adalah kumpulan jalur-jalur pengaliran hingga bagian terkecilnya pada batuan yang mengalami pelapukan atau tidak ditempati oleh sungai secara permanen (Howard, 1967 dalam Zuidam, 1979).

Berdasarkan hasil analisis peta topografi dan keadaan di lapangan yang mendasarkan pada bentuk dan arah aliran sungai, kemiringan lereng, kontrol litologi serta struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian maka pola aliran yang ada pada daerah penelitian adalah subdendritik

berdasarkan klasifikasi Howard (1967) dalam Zuidam 1979.

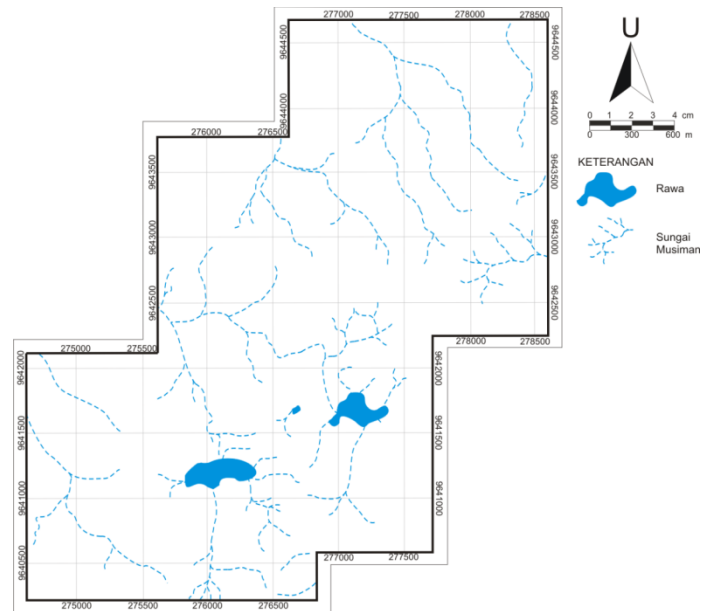
Pola Pengaliran Subdendritik

Pola pengaliran subdendritik merupakan pola ubahan dari pola pengaliran dasar dendritik yang menyerupai cabang-cabang pohon. Terjadi karena pengaruh dari litologi penyusun maupun topografi. Pada pola pengaliran ini struktur geologi sudah berpengaruh walaupun sangat sedikit pada suatau daerah. Umumnya disusun oleh batuan sedimen berupa batuan yang sama (homogenitas batuan) atau tanah yang seragam.

Pada daerah penelitian, pola pengaliran yang terbentuk dikontrol tingkat pelapukan sehingga kontrol struktur pada pola pengaliran ini tidak begitu nampak. Pola pengaliran yang relatif berarah tenggara - barat laut dipengaruhi oleh struktur jurus dari lapisan batuan yang juga relatif berarah tenggara-barat laut (Gambar 1).

Sungai di daerah penelitian merupakan sungai dengan tingkat erosi stadia dewasa. Hal ini dilihat dari bentuk lembah sungainya, sungai-sungai pada daerah penelitian memiliki lembah berbentuk "U", lebar dan dangkal. Selain itu jika ditinjau dari bentuk topografinya, daerah ini tergolong datar hingga agak miring, perbedaan morfologi yang mencolok tidak begitu nampak.

Berdasarkan ciri-ciri tersebut dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian memiliki stadia geomorfologi dewasa menuju tua dimana proses erosi horisontal lebih dominan dan proses pengendapan mulai terjadi.



Gambar 1. Peta pola pengaliran daerah penelitian.

GEOMORFOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pembagian satuan geomorfologi daerah penelitian (Tabel 1) menggunakan konsep yang mengacu pada aspek-aspek geomorfologi Verstappen (1985). Di dalam pembagian bentuklahan terdapat empat aspek utama

Bentuk Asal Fluvial

Satuan geomorfologi yang pembentukannya erat hubungannya dengan proses fluvial. Proses fluvial adalah semua proses yang terjadi di alam baik fisika, maupun kimia yang mengakibatkan adanya perubahan bentuk permukaan bumi, yang disebabkan oleh aksi air permukaan, baik yang merupakan air yang mengalir secara terpadu (sungai), maupun air yang tidak terkonsentrasi (*sheet water*). Proses fluvial akan menghasilkan suatu bentang alam yang khas sebagai akibat tingkah laku air yang mengalir di permukaan. Bentang alam yang dibentuk dapat terjadi karena proses erosi maupun karena proses sedimentasi yang dilakukan oleh air permukaan.

Bentuk Asal Denudasional

Istilah denudasi bermakna penelanjangan yang merupakan jumlah keseluruhan dari hasil proses pengurangan permukaan lahan. Proses pengurangan permukaan lahan dapat berupa proses pelapukan, gerakan masa, erosi dan kemudian yang diakhiri dengan suatu pengendapan.

Pada bentukan lahan denudasional seperti ini pengaruh efek litologi menjadi sangat penting. Untuk batuan yang mempunyai resistensi yang tinggi memiliki relief yang lebih menonjol dibandingkan dengan batuan yang mempunyai resistensi batuan yang rendah. Untuk setiap batuan yang berbeda, mempunyai respon yang berbeda pula terhadap efek erosi sehingga umumnya penyebaran batuan dicerminkan oleh penyebaran reliefnya (sehingga memungkinkan peta geomorfologi mirip dengan peta geologi).

Bentuk Asal Antropogenik

Satuan bentuk lahan bekas tambang mencakup $\pm 23\%$ dari luas daerah penelitian dicirikan dengan lembah galian, timbunan dari hasil galian, relief agak curam (15% - 20%) menempati bagian utara secara setempat di daerah penelitian, merupakan bentukan hasil aktivitas manusia berupa penambangan liar. Satuan bentuk lahan ini selalu berasosiasi dengan keberadaan batubara dimana berada pada satuan konglomerat Dahor sebagai lapisan pembawa batubara. Struktur geologi pada satuan ini dikontrol oleh kedudukan lapisan batuan dengan arah kemiringan yang relatif kesegala arah. Karakteristik kontur pada satuan lahan bekas tambang.

Tabel 1. Kolom pembagian satuan geomorfik daerah penelitian.

ASPEK GEOMORFOLOGI		SATUAN GEOMORFIK	Perbukitan Bergelombang Lemah D1	Rawa F1	Mine Out Lahan Bekas Tambang H1
		Morfografi	Perbukitan	Dataran Rawa	Perbukitan
Morfologi	Morfometri	Kelerengan (%)	2 - 7	0	0 - 2
		Pola lereng	Melingkar	-	Memanjang
		Relief (m)	20 - 50	20 - 25	0 - 10
		Pola pengaliran			
		Bentuk lembah	U - V	U	U
Morfogenesis	Morfostruktur aktif	Kedudukan lapisan batuan yang relatif berarah utara - selatan dan kemiringan lapisan relatif ke barat laut	-	-	Kedudukan lapisan batuan yang relatif berarah utara - selatan dan kemiringan lapisan relatif ke barat laut
	Morfostruktur pasif	Batuan sedimen klastika berbutir kasar sampai halus	Material lepas dan material organik yang tergenang air	Batuan sedimen klastika berbutir krakal sampai halus	
	Morfodinamik	Proses pelapukan dan erosi oleh air dan angin	Area genangan air dan jenuh air	Proses pelapukan dan erosi oleh air dan angin	
Morfoasosiasi		Diantara perbukitan berombak	Daerah rawa	Di utara perbukitan berombak	

Klasifikasi geomorfologi berdasarkan Van Zuidam, (1983)

KAITAN SATUAN BENTUK LAHAN TERHADAP GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Satuan bentuk asal fluvial di daerah penelitian merupakan daerah rawa dengan dicirikan dengan satu garis kontur tertutup yang memiliki kelandaian paling rendah yang berada di selatan lokasi penelitian. Satuan bentuk lahan ini mencerminkan litologi berupa material lepas hasil rombakan batuan di sekitarnya.

Satuan bentuk asal denudasional di daerah penelitian meliputi dataran bergelombang lemah, bentuk lahan dataran bergelombang lemah mencerminkan bentuk lahan yang disusun oleh material klastika berukuran halus sampai krikil.

Satuan bentuk asal *mineout* (Lahan Bekas Tambang) di daerah penelitian adalah lereng-lereng yang dihasilkan dari proses penambangan dan memanjang dari timur sampai barat dari utara lokasi penelitian yang disusun oleh material klastika berbutir kasar – krakal. Bentuk lahan *mineout* mencerminkan litologi yang berbutir kasar sampai dengan krakal dan didominasi oleh batuan konglomerat.

Secara stratigrafi satuan bentuk lahan perbukitan bergelombang lemah pada bagian selatan sampai bagian tengah merupakan lapisan yang lebih tua semakin kearah utara merupakan lapisan yang lebih muda yang di cerminkan bentuk lahan *mineout*, dan satuan bentuk lahan rawa secara stratigrafi memperlihatkan endapan aluvial yang merupakan endapan termuda dan berkembang sampai sekarang.

STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN




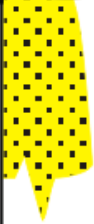
Pembagian satuan batuan di daerah penelitian didasarkan pada sistem pembagian satuan litostratigrafi tidak resmi, yaitu penggolongan lapisan batuan secara sistem menjadi satuan bernama berdasarkan ciri-ciri litologinya (Sandi Stratigrafi Indonesia 1996), meliputi jenis dan kombinasi batuan, serta kesamaan ciri atau gejala litologi batuan yang dapat diamati dilapangan. Pembagian satuan batuan juga didasarkan pada dominasi batuan yang tersingkap di daerah penelitian.

Berdasarkan hasil pemetaan, di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 satuan batuan dari tua ke muda dan endapan aluvial yaitu:

1. Satuan batupasir Warukin
2. Satuan konglomerat Dahor
3. Endapan aluvial.

Penamaan satuan batuan tersebut didasarkan pada ciri-ciri (karakter) litologi meliputi tekstur, komposisi, struktur sedimen, dan kandungan fosil. Hubungan stratigrafi antar satuan ditentukan berdasarkan pada posisi stratigrafi dan gejala-gejala stratigrafi yang dijumpai selama dilapangan. Kandungan fosil digunakan untuk menentukan umur relatif dari tiap satuan batuan yang diambil dari contoh batuan berdasarkan posisi stratigrafi dan ciri litologi. Sedangkan dalam penentuan lingkungan pengendapan didasarkan pada ciri fisik (tekstur dan struktur sedimen), kimiawi (komposisi litologi), dan biologi (kandungan sisa-sisa organisme).

Tabel 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian tanpa skala (Hendri, 2014).

ZAMAN	KALA	Waktu (jtyl)	SIMBOL	PEMERIAN	FOSIL	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	
Kuartar	Holosen			Satuan endapan aluvial, terdiri atas material lepas yaitu krikil, pasir dan lempung yang tertransport oleh proses sungai dan rawa. Prosesnya berlangsung hingga sekarang.	—	Sungai dan Rawa	
	Plistosen	0.001					
Tersier	Pliosen	1.6		Satuan konglomerat Dahor, terdiri atas konglomerat (dominan) putih kemerahan, ukuran fragmen kerikil - kerakal, agak membundar - membundar, terpilah buruk, kemas terbuka, komposisi fragmen : kuarsit, andesit, batupasir, limonit, hematit, struktur sedimen masif dan <i>graded bedding</i> .	(Barren)	Upper Delta Plain - fluvial (Horne, 1978)	
		5.3					
	Miosen	Akhir	11.3		Satuan batupasir pembawa batubara Warukin, batupasir, putih kekuningan, ukuran butir pasir sangat kasar - pasir sangat halus, membundar, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi : kuarsa, oksida besi (limonit dan hematit) struktur sedimen masif, laminasi, perlapisan, <i>cross bedding</i> dan <i>graded bedding</i> .		(Barren)
		Tengah	16.2				
	Awal						

Satuan batupasir Warukin

Ciri Litologi

Secara spesifik satuan batupasir Warukin disusun oleh dominasi batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung dan batubara, serta terdapat konglomerat.

Batupasir memperlihatkan warna segar putih terang, lapuk kekuningan, ukuran butir pasir sangat halus hingga pasir sangat kasar, komposisi dominan kuarsa, dan oksida besi (limonit, hematit), dengan struktur sedimen perlapisan, laminasi, silangsiur dan masif. Ketebalan singkapan batupasir dapat mencapai 1,4 meter. Dari analisis petrografi sayatan tipis batupasir kuarsa tersebut memiliki warna putih kecoklat-coklatan pada nikol sejajar dan abu-abu kehitam-hitaman pada nikol silang; tekstur klastik; ukuran butir <0,03 – 1,2 mm; sortasi baik, bentuk butir agak membundar – agak meyudut; kemas terbuka; tipe porositas intergranular (2%), komposisi mineral kuarsa, mineral opak, mineral lempung dan oksida besi.

Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini tersebar mulai dari bagian tenggara daerah penelitian yang kontak dengan satuan batulempung sampai menempati bagian barat laut daerah penelitian, menempati sekitar 74% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Satuan ini kurang tersingkap dengan baik sebab daerah satuan ini umumnya berupa hutan dan setempat terdapat rawa. Menempati daerah morfologi yang lebih secara umum singkapan agak sulit dijumpai, terutama di sepanjang aliran alur liar yang hampir seluruhnya beraliran searah down dip. Berdasarkan pengukuran penampang geologi sayatan B - B' diperoleh ketebalan 660,4 meter, sedangkan berdasarkan penampang stratigrafi terukur pada lintasan MS didapatkan ketebalannya adalah 376,8 meter (MS tidak melintasi seluruh satuan ini). Pola kedudukan pada satuan ini berarah relatif baratdaya - timurlaut dengan kemiringan lapisan ke arah barat laut dengan besaran kemiringan hingga 24°.

Penentuan Umur

Berdasarkan analisis mikropaleontologi tidak didapatkan fosil foraminifera dan bentos dari data analisa fosil (*barren*) tetapi didapatkan fosil batubara, sehingga penulis membandingkan umur satuan batuan berdasarkan Peta Geologi regional (Sikumbang dan Haryanto, 1994) lembar Banjarmasin penentuan umur berdasarkan kesebandingan. Menurut Sikumbang dan Heryanto (1994), satuan batupasir Warukin ini diperkirakan berumur Miosen Awal – Miosen Akhir. Berdasarkan posisi stratigrafi di daerah penelitian, satuan ini merupakan satuan batuan tertua.

Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan didasarkan beberapa aspek, antara lain : ciri litologi, struktur sedimen, dan analisa paleontologi. Berdasarkan contoh dari lokasi pengamatan 57 tidak ditemukan fosil foraminifera dan bentos atau (*barren*), maka penentuan lingkungan pengendapan didasarkan pada ciri litologi dan struktur sedimen.

Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen yang berkembang, maka Satuan batupasir Warukin berdasarkan penampang stratigrafi terukur di lintasan MS, dan dilakukan pendekatan model menurut Allen (1998) dan Horne (1978), maka Satuan batupasir Warukin termasuk dalam lingkungan pengendapan *lower delta plain* (Allen, 1998) dengan sublingkungan pengendapan *levee* dan *channel*. *Levee* dicirikan oleh batupasir dan konglomerat yang menjadi sisipan di satuan batupasir dan batubara sebagai penanda daerah reduksi (anaerob). *Channel* dicirikan oleh adanya batupasir dengan struktur sedimen laminasi, silangsiur dan perlapisan dengan kontak erosi.

Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi antara Satuan batupasir Warukin dengan soil yang berada di atasnya adalah tidak selaras, hal ini didasarkan pada lokasi pengamatan 20. Serta dijumpai kontak antara batulempung dan batupasir yang berada pada Satuan batupasir Warukin.

Satuan konglomerat Dahor

Ciri Litologi

Secara spesifik satuan konglomerat Dahor disusun oleh dominasi konglomerat dengan sisipan batupasir kuarsa, batulempung dan batulanau. Konglomerat memperlihatkan warna segar putih, warna lapuk coklat muda, ukuran butir fragmen krikil - kerakal, terpilah buruk, agak membundar - membundar, komposisi fragmen terdiri dari kuarsit, andesit, batupasir, limonit, hematit, dan matrik berupa material sedimen berukuran lempung, struktur batuan masif.

Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini tersebar mulai dari bagian tengah daerah penelitian yang kontak dengan satuan batupasir sampai menempati bagian utara daerah penelitian, menempati sekitar 23% dari luas keseluruhan daerah penelitian. Satuan ini kurang tersingkap dengan baik sebab daerah satuan ini umumnya berupa hutan dan bekas lahan tambang.

Penentuan Umur

Berdasarkan analisa fosil mikro tidak didapatkan fosil foraminifera ataupun bentuk dari data analisa fosil (*barren*), sehingga penulis membandingkan umur satuan batuan berdasarkan Peta Geologi regional (Sikumbang dan Haryanto, 1994) lembar Banjarmasin penentuan umur berdasarkan kesebandingan. Menurut Sikumbang dan Heryanto (1994), satuan konglomerat Dahor ini diperkirakan berumur Pliosen N18 – N20.

Lingkungan Pengendapan

Penentuan lingkungan pengendapan didasarkan beberapa aspek, antara lain: ciri litologi, struktur sedimen, dan analisa paleontologi. Berdasarkan contoh dari lokasi pengamatan 57 tidak ditemukan fosil foraminifera dan bentuk (*barren*), maka penentuan lingkungan pengendapan didasarkan pada ciri litologi dan struktur sedimen.

Berdasarkan ciri litologi dan struktur sedimen yang berkembang, maka Satuan konglomerat Dahor berdasarkan penampang stratigrafi terukur di lintasan MS

dan dilakukan pendekatan model menurut Allen (1998) dan Horne (1978), maka Satuan konglomerat Dahor termasuk dalam lingkungan pengendapan *lower delta plain* (Allen, 1998) dengan sublingkungan pengendapan *levee* dan *channel*. *Channel* dicirikan oleh konglomerat yang memiliki ukuran butir krakal dan tebal. *Levee* dicirikan oleh adanya batupasir dengan struktur sedimen *perlapisan dan laminasi* dengan kontak erosi.

Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi antara Satuan konglomerat Dahor dengan Satuan batupasir Warukin yang berada di bawahnya adalah tidak selaras, hal ini didasarkan pada lokasi pengamatan 63 yaitu dijumpai kontak ketidakselarasan antara Satuan konglomerat Dahor dan Satuan batupasir Warukin serta tidak selaras dengan endapan aluvial yang berada di atasnya.

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KETEBALAN LAPISAN BATUBARA

Berdasarkan analisis data permukaan dan data log bor ketebalan batubara di lokasi penelitian berhubungan dengan proses pengendapan yang ada di daerah penelitian. Proses pengendapan tersebut yaitu *syn depositional* dan *post depositional*.

Proses pengendapan tersebut menjadi faktor pengendali tebal lapisan batubara di daerah penelitian. Faktor pengendali ketebalan lapisan batubara di daerah penelitian yaitu faktor *splitting* yang termasuk dalam proses *syn depositional*, dan faktor erosi yang termasuk dalam proses *post depositional*. Pembahasan mengenai faktor pengendali ketebalan lapisan batubara tersebut adalah sebagai berikut:

Splitting

Dari data penampang stratigrafi terukur dan data log bor yang didapatkan pada bagian tengah daerah penelitian, kemenerusan lapisan batubara membentuk *splitting*. Dari data log bor, indikasi *splitting* terlihat pada penarikan *seam* batubara pada log bor GR 01 - GR 02 - GR 03; GR 04 - GR 05; GR 03T - GR 03 dan GR 01 - GR 04. *Splitting* tersebut diinterpretasikan terjadi karena proses pengendapan batubara yang diikuti dengan terbentuknya sungai yang menyebabkan terendapkannya batupasir di atas batubara dan kemudian terjadi lagi pengendapan batubara di atas batupasir tersebut.

Indikasi *splitting* juga dikuatkan oleh data data penampang stratigrafi terukur di daerah penelitian yang memperlihatkan berkembangnya endapan *channel* yang mengakibatkan terbentuknya *split*. Endapan *channel* di daerah penelitian dicirikan

oleh batupasir berbutir kasar - halus yang memiliki dengan struktur *cross bedding*, pelapisan dan laminasi, batulanau dan batulempung yang memperlihatkan pola menghalus keatas.

Erosi

Dari data lokasi penelitian, penampang stratigrafi terukur dan log bor yang didapatkan pada daerah penelitian, kemenerusan lapisan batubara yang mengikuti kemiringan lapisan perlahan menipis dikarenakan proses erosi pada saat pengendapan batuan yang ada di atasnya. Berdasarkan data permukaan dari hasil pengamatan di lokasi penelitian memperlihatkan bentuk erosional pada tubuh batuan yang berada di bawah lapisan yang memiliki ukuran butir yang lebih kasar. Sehingga bisa disimpulkan bahwa kejadian erosional ini juga berkembang pada batuan yang berada di bawah permukaan, termasuk terjadi pada lapisan batubara. Indikasi proses erosi terlihat juga dari data penampang stratigrafi terukur yang mana terlihat adanya bidang erosional yang membatasi batulanau (bawah) dengan konglomerat (tengah) dan batupasir sangat kasar - sangat halus (atas) pada satuan batupasir Warukin (satuan batuan pembawa batubara).

Dari penjelasan faktor-faktor yang mempengaruhi tebal lapisan batubara di atas maka, dapat disimpulkan bahwa pengendali utama ketebalan lapisan batubara di lokasi penelitian adalah *splitting* dan erosional yang menyebabkan semakin menipis dan hilangnya lapisan batubara dibagian tengah hingga utara.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan sebelumnya, maka dapat menjawab sintesa dari penelitian ini, yaitu:

1. Bahwa lapisan batubara yang ada saat ini ketebalannya dikendalikan oleh struktur geologi yang berkembang yaitu kemiringan lapisan batuan karena adanya intrusi di tenggara daerah penelitian.
2. Ketebalan lapisan batubara di lokasi penelitian dan regional dikendalikan oleh *splitting* dan erosional.

Setelah faktor pengendali tebal lapisan batubara diketahui maka perubahan tebal lapisan batubara ini dapat dipergunakan sebagai pedoman, panduan atau petunjuk di dalam pelaksanaan eksplorasi batubara, penentuan batas perhitungan cadangan batubara dan pembagian blok kuasa penambangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian lapangan serta pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka pada daerah penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada analisa interpretasi peta topografi dan pengamatan di lapangan dalam pembagian bentuklahan berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, ternyata dapat mendukung aspek stratigrafi dan struktur geologi yang ada di daerah penelitian. Bentuklahan perbukitan bergelombang lemah yang luas dan memanjang menunjukkan bahwa proses pelapukan dan erosi dari angin atau air masih berlangsung hingga saat ini.
2. Secara morfostruktur pasif bentuklahan yang ada di daerah penelitian tersusun oleh batuan sedimen klastik berukuran lempung hingga krakal yang menunjukkan stratigrafi di daerah penelitian terdiri dari dominan batupasir, batulempung, batulanau dan konglomerat
3. Berdasarkan pola pengaliran subdendritik yang lebih dominan pada daerah telitian, maka dapat ditafsirkan daerah telitian dikontrol oleh topografi dan struktur, tetapi struktur yang berperan sangat kecil sehingga sangat sulit ditemukan pada lokasi penelitian.
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan lapisan batubara pada lokasi penelitian dan sekitar lokasi penelitian di pengaruhi oleh *split* dan erosional.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P., and Chambers, J.L.C., 1998, *Sedimentation in the Modern and Miocen Mahakam Delta*, IPA, p. 236.
- Gilbert, C., 1945, *Petrography an introducing to the study of rocks in thin section*, W.H. Freeman and Company, San Fransisco
- Horne 3.C., Ferm 3.C., Carrucio F.T., and Baganz B.P., 1978, *Depositional models in coal exploration and mine planning in the Apalachion region*, Bull. Am. Assoc. Petrat Geol 62.2379.2411
- Howard, AD., 1967, *Drainage Analisis in Geologic Interpretation*. AAPG. Bul., Vol 51.No.11., California.
- Jeremic, M.L., 1985, *Strata Mechanic In Coal Mining*, A. A Balkema Rotterdam.
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, Jakarta : IAGI
- Kuncoro, Prasongko, B., 1996 *Model Pengendapan Batubara Untuk Menunjang Eksplorasi Dan Perencanaan Penambangan*, Program Pascasarjana, ITB, Bandung.
- Kuncoro, Prasongko, B., 2000, *Geometri Lapisan Batubara*. Proseding seminar tambang UPN. Yogyakarta.
- L.E. Schlatter's, 1973, *Coal and Coal Geology*, SIPM – Exploration and mining Division, Hague.
- Nila, E.S., Rustandi, E., dan Heryanto, R., 1995. *Peta Geologi Lembar Palangka Raya, Kalimantan, skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Peta Fisiografi Indonesia (psg.bgl.esdm.go.id) di unduh pada tanggal 15 januari 2013 pukul 20.05 WIB.

- Peters, William C., 1978. *Exploration and Mining Geology, Chapter 15 – Drilling For Geologic Information – pages 431 – 460, John Wiley, New York.*
- Pettijohn, F.J., 1975, *Sedimentary Rock*, 3rd, ed. Harper and Brother, New York.
- Reeves, R.D., 1986; *Log Analysis for Mining Application, Reeves Wireline Service.*
- Reineck, H.E., dan Singh, I.B., 1980. *Depositional sedimentary environment.*
- Sikumbang, N, Heryanto.R, 1994, Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Thomas, Larry, 1988, *Coal Geology*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- Verstappen, 1985, *Geomorphological Surveys for Environmental Development*, Elsevier Science Publishing Company Inc, Amsterdam.
- Zuidam, R.A van, and Zuidam Cancelado. FI, 1979, *Terrain Analysis an Classification Using Aerial Photographs A Geomorphological, Approach ITC Textbook.*
- Zuidam, R.A van, 1983, *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede the Netherland