

Sedimentasi Batubara dan Karakteristik Mikroskopis Sulfur Batubara Daerah Sangatta, Kalimantan Timur

Basuki Rahmad¹, Sugeng Raharjo¹, Ediyanto¹, Gerhana Prasetya Putra¹

¹ Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi : basukirahmad@upnyk.ac.id; b_rahmad2004@yahoo.com

ABSTRAK

Lokasi penelitian terletak di Sangatta, Kalimantan Timur, Formasi pembawa batubara daerah Sangatta adalah Formasi Balikpapan berumur Miosen Tengah. Kehadiran jumlah lapisan batubara di di Sangatta adalah berulang-ulang sampai mencapai jumlah lebih dari sepuluh lapisan batubara (multiple seam). Kondisi ini sangat dipengaruhi dengan lingkungan pengendapan dimana batubara tersebut diendapkan. Metoda pengambilan data dilakukan langsung di singkapan batubara di dinding tambang batubara, menggunakan metoda pemetaan dan pengukuran stratigrafi. Sedimentasi batubara daerah Sangatta secara umum diendapkan di lingkungan delta plain, dimana proses progradasi yang intensif pada sistem deltaik. Progradasi yang cepat umumnya terjadi di lingkungan delta plain, dengan adanya progradasi tersebut menyebabkan perkembangan atau pertumbuhan suatu delta, sehingga banyak menghasilkan lapisan batubara. Sedimen pembawa batubara terdiri dari empat jenis endapan (deposits): channel deposits, spaly deposits, levee deposits dan overbank deposits. Pasang surut air laut di delta plain, akan membawa ion sulfat melalui tidal channel masuk ke dalam rawa batubara, membentuk sulfur framboidal pyritik pada batubara daerah Sangatta
Kata kunci: delta plain, progradasi, endapan, air laut, sulfur.

ABSTRACT

The location of research is in Sangatta, East Kalimantan. The coal bearing formation in the Sangatta area is the Balikpapan Formation of Middle Miocene. The presence of the number of coal seams in Sangatta is repeated until it reaches the number of more than ten coal seams (multiple seams). This condition is strongly influenced by the depositional environment in which the coal is deposited. The method of data collection is carried out directly on the coal outcrops on the walls of the coal mine, using mapping methods and stratigraphic measurements. The coal sedimentation of Sangatta area is generally deposited in the delta plain environment, where the prograded delataic process is intensive in the deltaic system. The rapid prograded generally occurs in delta plain environments, with this prograded causing the development or growth of a delta, so that a lot of coal seams are produced. Coal-bearing sediments consist of four types of deposits: channel deposits, spaly deposits, levee deposits and overbank deposits. Seawater tidal in the delta plain, will bring out the sulfate ions through the tidal channel into the coal swamp, forming pyritic framboidal sulphur in the coal in Sangatta area.

Keywords: delta plain, prograded, deposits, tidal, Sulphur.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini membahas tentang masalah lapisan batubara yang dewasa ini sedang ditambang oleh beberapa perusahaan Tambang Batubara di Sangatta, Kalimantan Timur (**Gambar 1**). Lapisan-lapisan batubara yang terdapat di daerah Sangatta adalah multiple seam artinya jumlah lapisan batubaranya terbentuk secara berulang hingga mencapai jumlah lapisan lebih dari 10 lapisan batubara (multiple seam batubara) [3].

Formasi pembawa batubara di daerah Sangatta dan sedimen pembawa batubaranya termasuk dalam Formasi Balikpapan, berumur Miosen Tengah [4]; [6], sedangkan obyek pengamatannya adalah: lapisan-lapisan yang tersingkap di dinding tambang terbuka. Karakteristik lapisan batubara daerah penelitian pada setiap ply memiliki sifat fisik yang berbeda-beda terutama kilap, kekerasan dan pecahan serta adanya splitting dan washout.

Untuk meneliti masalah tersebut telah dilakukan pengamatan terhadap singkapan (mine-cut) dan pengambilan conto antara lain dengan melakukan survey melalui 2 lintasan, kemudian diproses menjadi penampang stratigrafi berkolom, serta menggunakan beberapa data lubang bor, dimana contoh inti pemborannya telah dilakukan analisa proximate di laboratorium. Selain itu terhadap contoh dari hasil survei permukaan tersebut dilakukan analisa petrografi batubara untuk pengamatan mikroskopis karakteristik sulfurnya.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengintegrasikan beberapa data yaitu sifat fisik sedimen pembawa batubara, kadar sulfur, kadar abu serta pengaruhnya terhadap lingkungan pengendapannya, sedangkan tujuan penelitian adalah mengetahui perkembangan jenis endapannya sehingga bisa ditafsirkan lingkungan pengendapannya, bentuk geometri lapisan batubaranya dan karakteristik mikroskopis sulfur batubaranya.



Gambar 1. Lokasi Riset Sangatta, Kalimantan Timur

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penalaran yang dilakukan penulis adalah melakukan generalisasi fungsional yaitu dengan cara menghubungkan antara beberapa data pengamatan yang meliputi : data singkapan lapangan seperti : data sifat fisik sedimen pembawa batubara (ukuran butir, struktur sedimen), data lapisan batubara yang dianalisa dari kandungan maseral dan sulfur, kemudian data yang tersedia seperti : data kadar abu dan sulfur. Data-data tersebut kemudian diintegrasikan untuk mengetahui lingkungan pembentukan batubara dan geomateri lapisan batubaranya. Pengamatan singkapan sedimen pembawa batubara meliputi pengamatan jenis endapan seperti endapan *splay*, *overbank*, *levee* dan endapan *channel*, pengamatan struktur internal batuan seperti struktur sedimen, ukuran butir dan mineral penyusun batuan, dan pengamatan kontak antar lapisan batuan (batas tegas dan batas erosi). Sedangkan pengamatan lapisan batubara meliputi pengamatan sifat-sifat fisik batubara seperti, warna, kilap, pecahan dan kekerasan.

Metode penelitian yang dilakukan penelitian diawali dengan pengamatan dan pengambilan data lapangan yaitu langsung di singkapan dinding tambang batubara terbuka. Peneliti melakukan profiling singkapan sedimen pembawa batubara serta pengambilan conto batubara. Selanjutnya peneliti melakukan preparasi pembuatan sayatan poles batubara di laboratorium untuk pengamatan mikroskopis batubaranya.

Langkah-langkah dalam pengamatan mikroskopis sayatan poles batubara adalah sebagai berikut: Analisis mikroskopis batubara untuk mengidentifikasi komposisi maseral dan mineral matter (sulfur, kuarsa dan lempung) dan nilai reflektan vitrinite. Dalam preparasi conto diperlukan beberapa alat dan bahan seperti:

1. Sampel batubara
2. Bubuk resin (*transoptic powder*)
3. Alat penumbuk
4. Ayakan ukuran 16, 20, dan 65 mesh
5. Cetakan *polished briquette*, pemanas, termometer, dan penekan
6. Alat pemoles (*grinder-polisher*)
7. Silicon carbide ukuran 800 dan 1000 mesh dan alumina oxide ukuran 0,3; 0,05; dan 0,01 mikron
8. Kaca preparat dan lilin malam

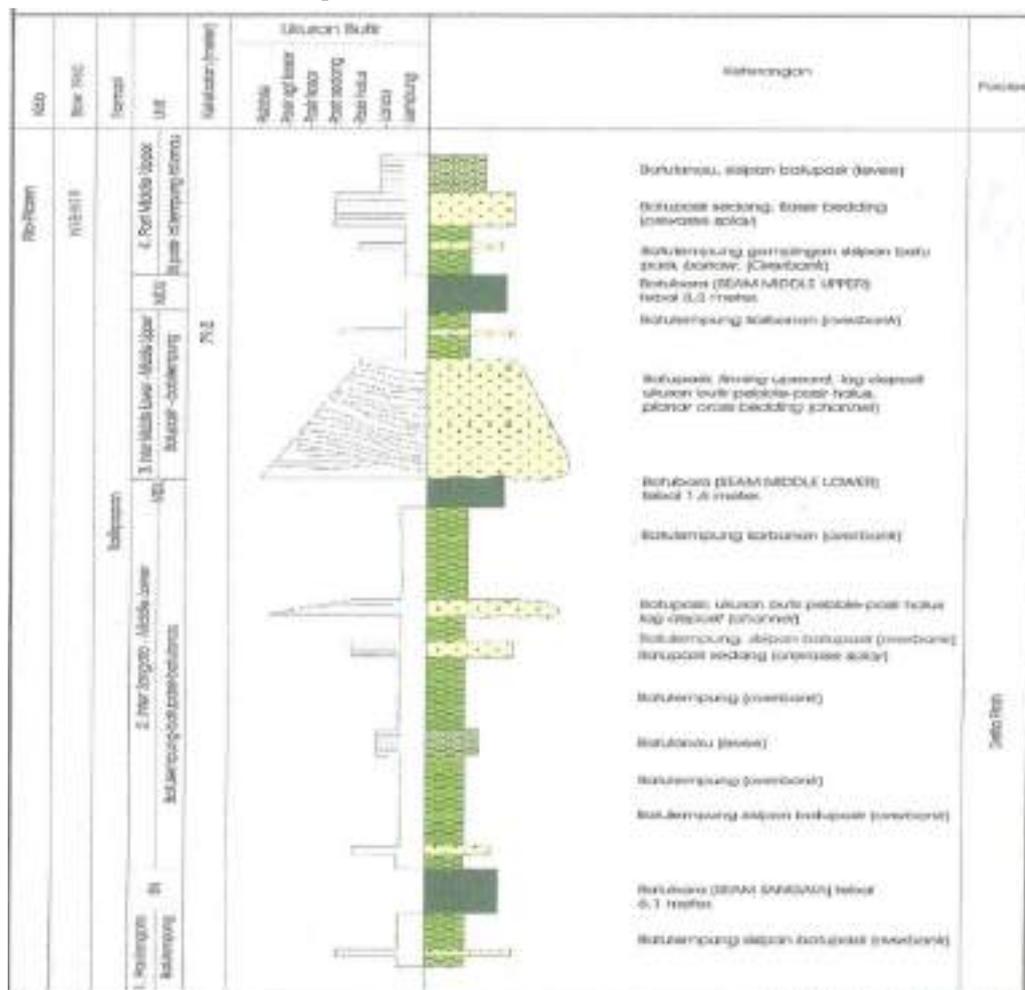
Conto batubara yang diperoleh dari inti bor direduksi secara coning and quartering untuk mendapatkan jumlah conto yang sesuai untuk kebutuhan analisis. Selanjutnya conto batubara digerus secara manual dan diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 16 mesh dan 20 mesh, fraksi ukuran butiran batubara -16 mesh +20 mesh yang diperoleh digunakan untuk analisis petrografi batubara.

Batubara fraksi ukuran -16 mesh +20 mesh tersebut kemudian dicampur dengan bubuk resin (transoptic powder) dengan perbandingan 1:1. Campuran selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan dan dipanaskan sampai suhu 200°C. Setelah suhu mencapai 200°C pemanas dimatikan dan cetakan diberi tekanan sampai 2000 psi. Briquette dapat dikeluarkan setelah temperatur mencapai suhu kamar. Tahap berikutnya adalah pemolesan briquette yang dimulai dengan pemotongan menggunakan alat pemoles (grinder-polisher) kemudian dihaluskan dengan silicon carbide ukuran 800 mesh dan 1000 mesh di atas permukaan kaca. Selanjutnya dipoles dengan menggunakan alumina oxide ukuran 0,3 mikron, 0,05 mikron, dan terakhir ukuran 0,01 mikron di atas kain sutera atau silk cloth. Sayatan poles yang dihasilkan diletakkan di atas kaca preparat dengan dukungan lilin malam kemudian dilakukan levelling.

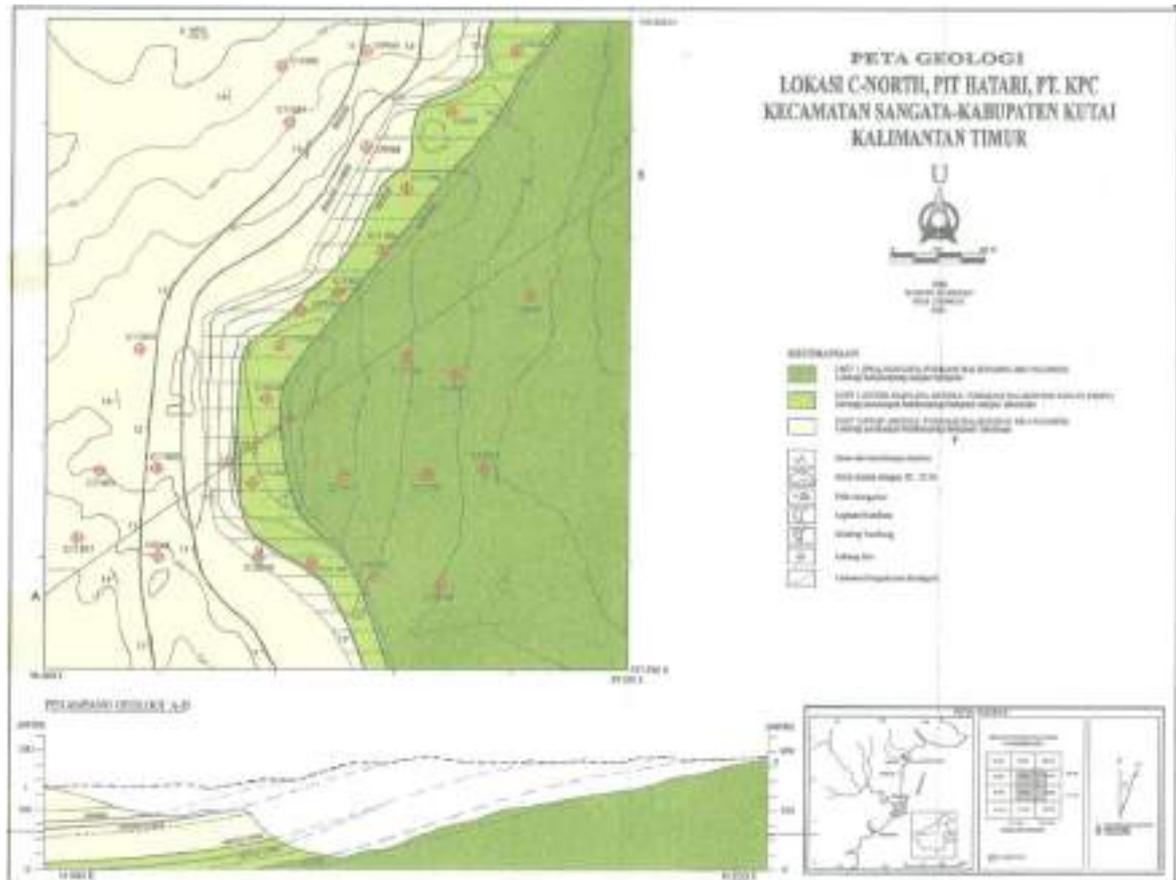
Pengamatan sayatan poles dilakukan dengan menggunakan mikroskop reflektan baik secara kualitatif maupun kuantitatif untuk menentukan kandungan maseral maupun mineral dalam batubara. Penelitian mikroskopik menggunakan sinar pantul dengan pembesaran 200 kali dengan pengamatan sebanyak 500 titik. Proses analisis dilaksanakan di Laboratorium Petrografi Batubara, Puslitbang tekMIRA, Bandung. Klasifikasi Maseral Batubara menggunakan standar Australia (AS 2856, 1986) dan mikroskop yang digunakan adalah Microscope Spectrophotometer Polarization with Fluorescence, tipe: MPM 100, merk : Zeiss.

3. HASIL DAN ANALISIS

Geologi daerah penelitian terdiri dari satuan batulempung, batulanau dan batupasir serta singkapan batubara sejumlah lapisan batubara yang terletak di sayap barat dari Lembak Sinklin dengan arah kemiringan ke barat (**Gambar 2**). Stratigrafi rinci daerah yang diamati terdapat 1 formasi yaitu Formasi Balikpapan, secara vertikal mulai dari bawah sampai atas dibagi menjadi 4 jenis endapan (deposits): Channel deposits, spaly deposits, levee deposits dan overbank deposits, secara umum diendapkan di lingkungan delta plain. Struktur geologi daerah penelitian berupa sayap sinklin-antiklin., dengan arah kemiringan lapisan relatif ke barat, sedangkan besar kemiringan lapisan dari bagian timur ke barat relatif menurun yaitu rata-rata dari 17° - 11°. Struktur sesar tidak ditemukan di daerah penelitian (**Gambar 3**).



Gambar 2. Stratigrafi Rinci Daerah penelitian Sangatta Kalimantan Timur [5]



Gambar 3. Peta Geologi Daerah penelitian Sangatta Kalimantan Timur [5]

3.1. Sedimentasi Batubara Sangatta

Batubara terbentuk bersama-sama dengan bahan anorganik yang umumnya berupa sedimen klastik halus seperti batulempung, batulanau dan batupasir. Asosiasi batuan tersebut merupakan lapisan sedimen pembawa batubara (coal bearing bed).

Untuk mengetahui lingkungan pengendapan sedimen pembawa batubara daerah Sangatta penulis menggunakan data utama berdasar profil vertical hasil pengukuran stratigrafi terukur di singkapan di dinding tambang batubara terbuka.

Selanjutnya dari masing-masing unit stratigrafi, kemudian dibagi lagi menurut jenis endapannya berdasarkan lithofaciesnya, seperti : overbank deposits, levee deposits, splay deposits, dan channel deposits, ke 4 jenis endapan tersebut pada umumnya banyak terdapat di lingkungan delta plain yang merupakan bagian dari kompleks pengendapan delta.

Lingkungan pengendapan delta terdiri dari akumulasi endapan sungai (fluvial) yang bermuara di pantai dengan mekanisme pengendapan progradasi [1] (**Gambar 3**). Komponen dasar suatu lingkungan pengendapan delta dibagi menjadi 3 sub-bagian lingkungan pengendapan berdasarkan ciri sedimen dan mekanisme pengendapannya yaitu : delta plain, delta front dan prodelta (**Gambar 4**).

Delta plain terletak di atas permukaan laut (**Gambar 4**), endapannya berasal dari endapan aluvial yang berupa sedimen fraksi halus seperti :

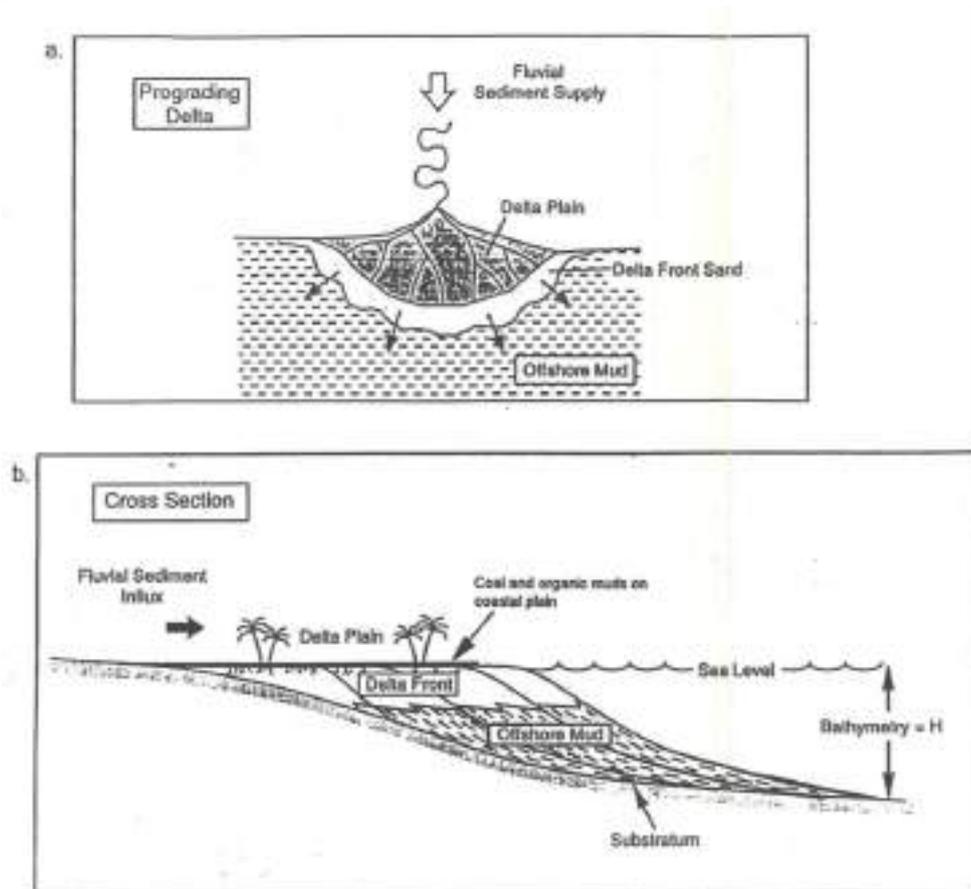
- Batulempung yang diendapkan di daerah flood plain yang merupakan lingkungan rawa-rawa (coal swamp) dan marsh dengan jenis endapannya adalah overbank deposits, dan
- Sedimen fraksi kasar berupa batupasir yang diendapkan di sub-lingkungan distributary channel (channel deposits), ciri-ciri litologi batupasir antara lain : laminasi karbonan, cross bedding, fining upward, kontak erosional di bagian bawah dan terdapat lag deposits yang berupa fragmen-fragmen batubara. Channel deposits diendapkan secara akresi lateral pada point bar, secara lateral channel deposits akan berubah secara berangsur menjadi overbank deposits di daerah flood plain.

Batas antara channel deposits dengan overbank deposits dibatasi oleh tanggul alam (natural levee), endapannya disebut levee deposits, ciri-ciri litologinya adalah : batulanau, sortasi buruk, sisipan batupasir dan

batulempung dengan susunan tidak teratur, bentuk batupasir dan batulempung adalah lenticular, struktur sedimen flaser bedding.

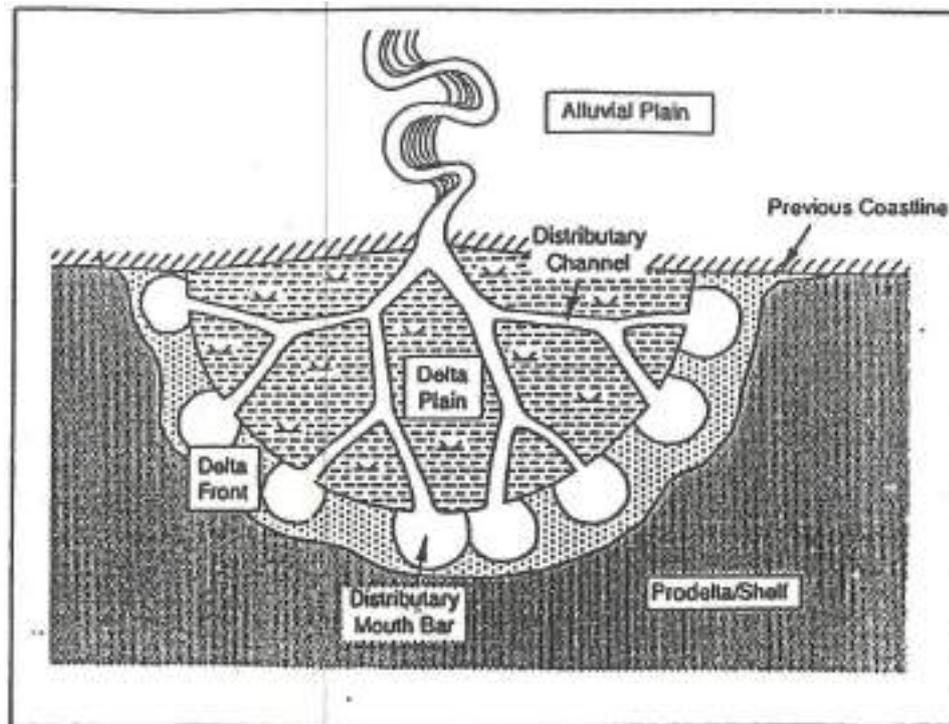
Sub-lingkungan distributary channel akan membentuk cabang-cabang aliran (crevasse) di sub-lingkungan rawa dengan cara memotong tanggul alam (natural levee), hasil endapannya disebut splay deposits, ciri-ciri litologinya adalah : batupasir berlapis, splay deposits berubah secara berangsur ke arah lateral menjadi overbank deposits [1] (**Gambar 5**).

Pembagian jenis endapan ini dipergunakan untuk menjelaskan runtunan secara vertikal dari urutan unit stratigrafi mulai dari bawah sampai atas, baik kolom stratigrafi dari singkapan maupun dari data pemboran. Dengan demikian perubahan facies baik secara vertikal dan lateral dapat ketahui dari sedimen pembawa batubara.

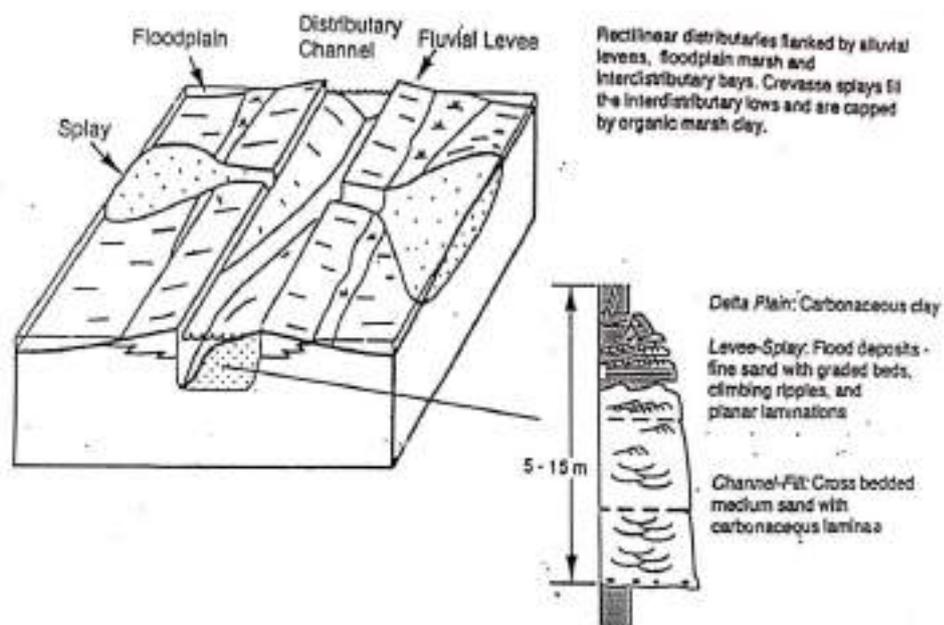


Gambar 4.

- a. Sistem progradasi pada pengendapan delta
- b. Penampang kompleks delta, yang menunjukkan lingkungan *delta plain* terletak di atas permukaan laut [1].



Gambar 5. Komponen dasar lingkungan pengendapan delta [1]



Gambar 5. Model sub-lingkungan pengendapan delta plain [1]

Ciri-ciri litologi overbank deposits di profil singkapan adalah, batulempung, abu-abu kehijauan, tebal 7,5m, terdapat nodul dan lapisan siderite, sisipan batupasir, tebal 10cm - 15cm, abu-abu, ukuran butir sedang-halus, cross stratifikasi, laminasi karbonan (**Gambar 6**). Levee deposits ciri-ciri litologinya adalah : batulanau coklat kehijauan, menyerpih, sisipan batupasir halus dan batulempung secara tidak teratur (berbentuk lenticular), flaser bedding, laminasi karbonan, tebal 1,8m (**Gambar 7**). Splay deposits, ciri-ciri litologinya

adalah : batupasir, coklat, berlapis, ukuran butir pasir dan sedang, tebal 1,4m, laminasi karbonan, flaser bedding, komposisi mineral kuarsa, kedudukan N182°E/13° (**Gambar 8**)

Channel deposits ciri-ciri litologinya adalah : di bagian bawah kontak erosi dengan batulempung, litologinya terdiri dari batupasir, coklat, ukuran butir pasir sangat kasar - pasir halus, laminasi karbonan di bagian bawah terdapat orientasi fragmen batubara berukuran pebble (lag deposits) yang merupakan ciri dari aliran traksi (**Gambar 9**) [5].



Gambar 6. Kontak tegas overbank deposits dengan Lapisan Batubara, serta kontak erosional channel deposits dengan Lapisan Batubara



Gambar 7. Sisipan batupasir pada batulempung (*overbank deposits*) dengan struktur sedimen *cross stratifikasi*.



Gambar 8. Singkapan batulanau (*levee deposits*) sisipan batupasir sangat halus dan batulempung.



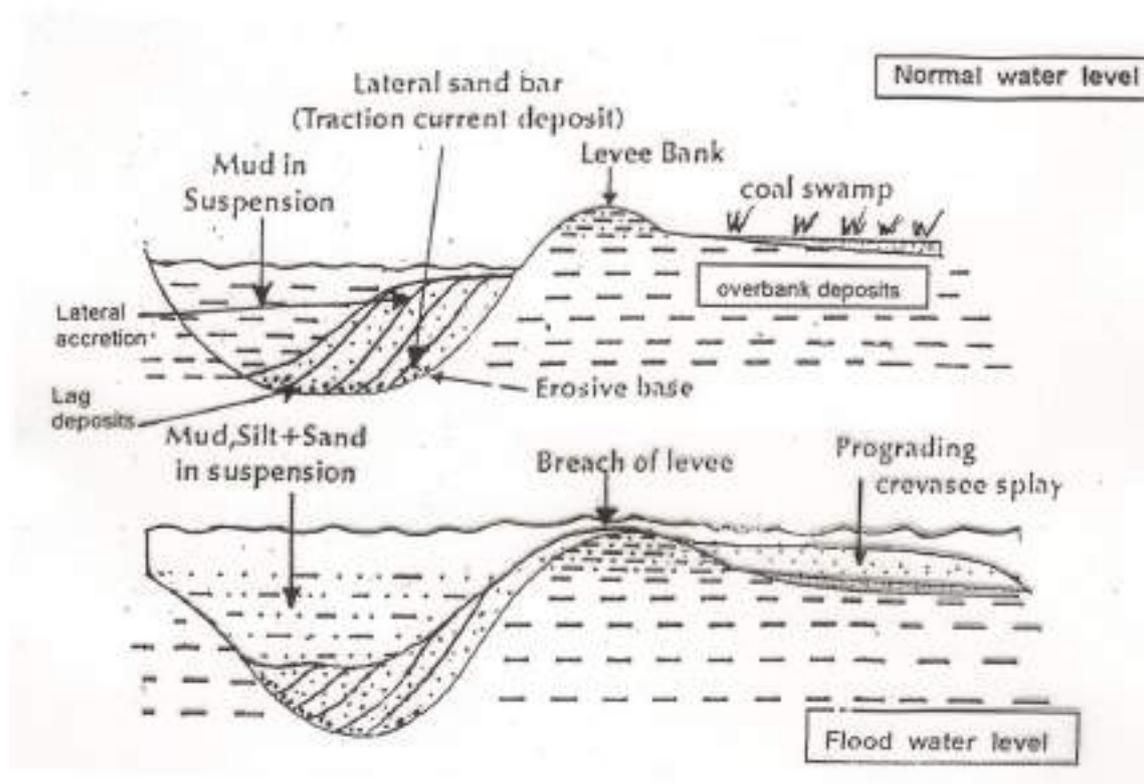
Gambar 9. Batas tegas antara *levee deposits* dengan *overbank deposits*



Gambar 10. Kontak erosional antara *channel deposits* dengan *overbank deposits*, nampak adanya endapan *lag deposits* dari fragmen batubara dengan sistim aliran traksi.

Berdasarkan lithofaciesnya maka facies yang berkembang dalam runtunan stratigrafi singkapan maupun dari data pemboran adalah : overbank deposits, levee deposits, channel deposits dan splay deposits. Overbank deposits pada umumnya merupakan endapan pembawa lapisan-lapisan batubara Sangatta. Endapan-endapan tersebut mengalami perubahan facies baik secara vertikal maupun lateral. Perubahan facies ini disebabkan oleh pergeseran (migrasi) channel secara lateral dengan progradasi yang cepat. Progradasi yang cepat pada sistem deltaik biasanya terjadi di lingkungan delta plain, dengan adanya progradasi tersebut menyebabkan perkembangan atau pertumbuhan suatu delta (rawa batubara), sehingga banyak menghasilkan lapisan batubara [5].

Perbedaan litologi batupasir dengan batulempung pada channel deposits (**Gambar 10**), menunjukkan adanya perbedaan jenis alirannya. Jenis aliran batupasir adalah aliran traksi yang ditunjukkan dengan adanya orientasi fragmen batubara (lag deposits) pada bidang erosi, yang diendapkan secara akresi lateral, sedangkan jenis aliran batulempung-batulanau adalah aliran suspensi (**Gambar 10**). Kehadiran overbank deposits yang banyak mendominasi di dalam urutan-urutan unit stratigrafi merupakan gambaran dari lingkungan delta plain yang didominasi oleh produk fluvial, kemudian diendapkan pada saat flood water level di daerah flood plain, (**Gambar 11**), sedangkan kehadiran splay deposits di dalam peat swamp disebabkan juga oleh proses progradasi pada saat flood water level (**Gambar 11**) [1]. Lingkungan pengendapan sedimen pembawa batubara tersebut, tentunya akan mempengaruhi pula terhadap karakteristik lapisan batubaranya.

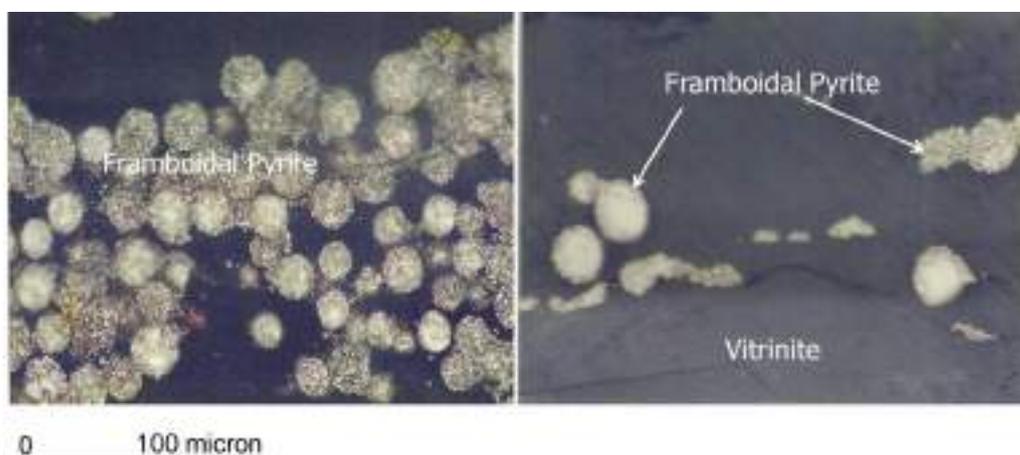


Gambar 11. Sistem pengendapan akresi lateral dari batupasir yang berupa aliran traksi dan sistem pengendapan batulempung yang berupa aliran suspensi pada suatu *distributary channel*, serta pengendapan *crevasse splay deposits* di *peat swamp* pada saat *flood water level* [1]

3.3. Karakteristik mikroskopis Sulfur Batubara Sangatta

Berdasarkan penampang kolom stratigrafi terukur (Gambar 1), secara umum litologi pengapit lapisan batubara daerah Sangatta bagian bawah dan atas adalah batulanau (levee deposits), batupasir (channel deposits), batulempung (overbank deposits) dan perulangan batupasir (splay deposits). Kondisi rawa pembentukan bBatubara daerah Sangatta diendapkan di lingkungan delta plain dimana diapit oleh 4 jenis endapan (channel, overbank, levee dan splay), peranan channel sungai sangat berperan dalam pembentukan rawa gambut (over bank) dan bentuk geometri lapisan batubara. Rawa batubara di lingkungan delta plain merupakan lingkungan transisi yang berhadapan langsung dengan air laut, oleh karena itu pasang surut air laut

sangat mempengaruhi sifat pH dari air rawa batubara. Dengan demikian kehadiran sulfur pada batubara daerah Sangatta banyak dipengaruhi oleh ion sulfat dari air laut yang masuk ke dalam rawa batubara ketika air laut pasang melalui saluran tidal channel [2], dan jenis sulfur pyritik yang terdapat dalam batubara Sangatta adalah framboidal pyritik sulfur. Data tersebut diperkuat berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis sayatan poles batubara, terlihat karakteristik sulfur batubara Sangatta adalah berbentuk framboidal pyritik sulfur (berbentuk koloni) (**Gambar 12**)



Gambar 12. Kenampakan mikroskopis sulfur framboidal dan maseral Vitrinite [7] Batubara Sangatta

4. KESIMPULAN

Sedimentasi batubara daerah Sangatta secara umum diendapkan di lingkungan delta plain, dimana proses progradasi yang intensif pada system deltaik. Progradasi yang cepat umumnya terjadi di lingkungan delta plain, dengan adanya progradasi tersebut menyebabkan perkembangan atau pertumbuhan suatu delta, sehingga banyak menghasilkan lapisan batubara.

Sedimen pembawa lapisan batubara daerah Sangatta adalah:

- a. Overbank deposits, litologinya adalah batulempung diendapkan di daerah flood plain, endapan tersebut secara umum merupakan sedimen pembawa batubara terbesar di daerah penelitian,
- b. Levee deposits yang berupa tanggul alam, litologinya adalah batulanau.
- c. Channel deposits, litologinya adalah batupasir menghalus ke atas
- d. Splay deposits, litologinya adalah batupasir berlapis yang diendapkan di daerah coal swamp.

Kehadiran sulfur pada batubara daerah Sangatta dipengaruhi oleh ion sulfat dari air laut yang masuk ke dalam rawa batubara ketika air laut pasang melalui saluran tidal channel, menghasilkan jenis sulfur framboidal pyritik sulfur.

UCAPAN TERIMAKASIH.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Kaltim Prima Coal atas bantuan fasilitas yang diberikan kepada penulis selama penelitian di Sangatta Kalimantan Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allen G.P., and Chambers L.C., 1998. Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta, Indonesian Petroleum Association. 231p.
- [2] Horne, et al., 1978. Depositional Models in Coal Exploration and Mining Planning in Appalachian Region, AAPG Bulletin 62:2379-2411, America.
- [3] MacMillan,S., et al., 1997. Geology of the Lembak Syncline, Kutai Basin. PT. Kaltim Prima Coal, Kalimantan Timur.
- [4] Ott, H.L., 1987. The Kutai Basin a Unique Structural History, Proceeding IPA 16th Ann.Conv. p.307-316.
- [5] Rahmad, B., 2001. Sedimentasi dan Petrologi Batubara Seam Middle dan Sangata. Daerah Sangata, Kab. Kutai, Kalimantan Timur. Thesis Magister. Departemen Teknik Geologi. Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan)
- [6] Sukardi, Sikumbang, Umar and Sunaryo., 1995. Geologic Map of Sangatta
- [7] Stach, E., Mackowsky, M., Th., Teichmuller, M., Tailor, G.H., Chandra, D. & Techmuller,R., 1982. *Stach's Textbook of Coal Petrology 3th edition*. Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart.p.481