

GEOLOGI DAN STUDI *TRACE ELEMENT* UNTUK MENENTUKAN DAMPAK LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA *SEAM P3, B2, DAN PR PIT INUL MIDDLE – INUL EAST*, KECAMATAN BENGALON, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR

Eudita Suryani, Basuki Rahmad, Mahap Maha
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 - Lokasi penelitian berada di wilayah konsesi PT. *Kaltim Prima Coal*. Secara administratif terletak di daerah Sangatta, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat X: 203500 N - 207500 N dan Y: 101500 E - 107000 E yang terletak di area Pit Inul Middle – Inul East. Tujuan yang ingin dicapai adalah mengetahui kondisi dan perkembangan geologi daerah telitian yang meliputi aspek geomorfologi, geologi, stratigrafi, karakteristik lingkungan pengendapan di daerah penelitian serta pengaruh uji kualitas batubara dan *trace element* terhadap lingkungan pengendapan. Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, terdapat bentuk lahan struktural (S1), dataran aluvial (F1), daerah pembuangan lapisan penutup (*dumping area*) (H1), lereng agak curam hasil penambangan (H2), dan kolam pengendapan (*settling pond*) (H3). Pola pengaliran yang berkembang pada daerah telitian yaitu subdendritik. Stratigrafi daerah penelitian terdiri atas satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang (Miosen Awal), satuan batulempung Balikpapan (Miosen Tengah-Miosen Akhir), satuan batupasir-kuarsa Balikpapan (Miosen Tengah-Miosen Akhir), satuan *Mud* Diapir dan satuan endapan aluvial. Struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian berupa sesar naik A yang berada pada satuan batupasir-kuarsa Balikpapan. Lingkungan pengendapan satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang yaitu *Lower-Upper Delta Plain* (Allen, 1998), Satuan batulempung Balikpapan yaitu *Lower- Upper Delta Plain* (Allen, 1998), Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan yaitu *Lower-Upper Delta Plain* (Allen, 1998). Kandungan sulfur P3 dan B2 memiliki kriteria sulfurnya relatif sedang (0,55-1) (Hunt,1984). Sedangkan kandungan sulfur pada seam PR menunjukkan hasil kriteria sulfur yang relatif tinggi (>1) (Hunt, 1984). Kandungan abu pada seam P3 dan B2 termasuk ke dalam kategori rendah, sedangkan seam PR masuk kedalam kategori tinggi (Hunt, 1984). Unsur *Trace Element* dibagi menjadi 3 kelompok. Kelompok I, Unsur yang sensitif terhadap lingkungan : As, Hg dan Se. Kelompok II, Unsur yang memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan : B, Cr, Cu, F, Ni, V dan Zn. Kelompok III, Unsur yang kurang berdampak terhadap lingkungan : Co.

Kata - kata kunci : Geomorfologi, Lingkungan pengendapan, Sulfur, Abu, *Trace element*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daerah telitian merupakan bagian dari Cekungan Kutai yang merupakan salah satu cekungan batubara yang terkenal di Indonesia. Daerah telitian terletak pada konsesi PT. *Kaltim Prima Coal* (KPC), PIT Inul Middle-Inul East, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur.

Kualitas batubara adalah sifat dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya. Kualitas batubara ditentukan oleh kandungan maseral dan mineral matter penyusunnya. Kualitas suatu lapisan batubara dapat diketahui dengan melakukan analisa kandungan kimia batubara yang diantaranya berupa analisa proksimat dan analisa ultimat. Terdapat pula unsur jarang yang ada di batubara yang mana memiliki potensi berbahaya terhadap lingkungan (*Trace Elements*), seperti Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cl, Cr, Co, Cu, Hg, pb, F, Mn, Ni, Mo, P, Se, Ag, Th, Ti, U, V, Sn, dan Zn (dalam Rahmad, Basuki., *dkk.*,2016). Kualitas batubara, dapat diketahui dari derajat metamorfisme atau pembatubaraan terhadap material asal sisa-sisa rombakan tumbuhan (peat) yang telah terjadi selama sejarah penimbunan (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008 dalam Anggayana, K., *dkk.*,2011).

Maksud dan Tujuan

Penelitian dilakukan untuk melakukan pengamatan geologi dan pengukuran data geologi guna mengetahui kondisi geologi daerah penelitian, kondisi morfologi dan menentukan lingkungan pengendapan. Sehingga dapat ditafsirkan pengaruh dari kandungan *Trace Element* terhadap lingkungan pengendapan dan kualitas batubara yang ada pada daerah telitian.

Lokasi dan Pencapaian Daerah Telitian

Penelitian Skripsi tersebut dilakukan selama 3 bulan pada Awal Februari – Akhir April. Lokasi penelitian skripsi berada di Wilayah konsesi PT.Kaltim Prima Coal, Secara administratif terletak di daerah Sangatta, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur.

Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat X: 203500 N - 207500 N dan Y: 101500 E - 107000 E, yang terletak di area Pit Inul Middle – Inul East. Untuk bisa sampai di lokasi dapat ditempuh melalui jalur udara dari Yogyakarta-Balikpapan selama ± 2 jam, kemudian setelah tiba di Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman (Balikpapan) di lanjutkan dengan menempuh jalur darat dengan waktu tempuh ± 7 jam atau dapat ditempuh dengan pesawat CASA (milik PT. KPC (KaltimPrima Coal) dengan durasi 45 menit dari Bandar Udara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman (Balikpapan). Pesawat tersebut akan mendarat di Bandara Tanjung Bara (Sangatta).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi Daerah Telitian

Berdasarkan analisa peta topografi yang didukung oleh pengamatan lapangan serta mengacu pada konsep klasifikasi Van Zuidam (1983), maka geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 bentukan asal yaitu bentukan asal Struktural terdiri dari satu satuan bentuklahan yaitu perbukitan struktural, bentukan asal Fluvial terdiri dari satu satuan bentuklahan yaitu dataran aluvial, dan bentukan asal Antropogenik terdiri dari tiga satuan bentuklahan yaitu daerah pembuangan lapisan penutup (*dumping area*), lereng agak curam hasil penambangan, dan kolam pengendapan (*settling pond*).

Satuan Bentuklahan Perbukitan Struktural (S1)

Satuan bentuklahan ini menempati 50% dari daerah telitian. Morfografinya berupa bukit-bukit yang berderet, dengan kelerengan berkisar antara 11-40 % Satuan bentuklahan ini dipengaruhi oleh sesar yang berkembang serta terdiri dari litologi berupa sedimen klastika halus seperti batulempung, batupasir-kuarsa, batulanau, batulempung karbonan, dan batubara. Di mana litologi ini memiliki resistensi yang lemah-sedang terhadap proses pelapukan dan erosi dengan pola pengaliran yang berkembang adalah pola pengaliran subdendritik. Berdasarkan deskripsi bentuklahan di atas maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan perbukitan struktural. Satuan ini diwakili dengan warna ungu dan simbol S1.

Satuan Bentuklahan Dataran Aluvial (F1)

Satuan bentuklahan ini menempati 25% dari daerah telitian. Morfologinya berupa dataran, dengan kelerengan berkisar antara 0-2%. Satuan bentuklahan ini tersusun atas endapan aluvial dengan lithologi berupa material lepas berupa batupasir-batulempung dan dipengaruhi oleh proses pengendapan. Pola pengaliran yang berkembang adalah pola pengaliran subdendritik. Satuan bentuklahan ini berasosiasi dengan endapan aluvial. Berdasarkan deskripsi di atas maka karakteristik bentuklahan ini dapat ditentukan sebagai satuan bentuklahan dataran aluvial. Satuan ini diwakili dengan warna hijau dan simbol F1.

Satuan Bentuklahan Daerah Pembuangan Lapisan Penutup (*Dumping Area*) (H1)

Satuan Bentuklahan ini menempati 8% dari luas daerah penelitian, morfologi berupa dataran hasil aktivitas penambangan dengan kelerengan landai berkisar antara 3%-7%. Litologi terdiri dari material campuran berupa batulempung, batupasir-kuarsa, dan pecahan batubara.. Pada peta geomorfologi satuan ini diwakili dengan warna coklat tua dan simbol huruf H1.

Satuan Bentuklahan Lereng Hasil Penambangan (H2)

Satuan ini menempati 9% dari luas daerah penelitian, morfologi berupa lereng sangat curam-miring hasil aktivitas penambangan dengan kelerengan miring – agak curam, berkisar antara 10% - 23%. Litologi terdiri dari batuan sedimen klastik berupa satuan batulempung, batupasir-kuarsa, batulanau, batubara, batulempung karbonan. Pada peta geomorfologi satuan ini diwakili dengan warna coklat muda dan simbol huruf H2.

Satuan Bentuklahan Kolam Pengendapan (*Pond*) (H3)

Satuan ini menempati 8% dari luas daerah penelitian, morfologi berupa kolam penampungan air hasil aktivitas penambangan dengan kelerengan datar- hampir datar berkisar antara 0-2%. Litologi penyusun sebagian besar terdiri dari material campuran berupa batulempung, batupasir, dan pecahan batubara yang tertransport oleh air hujan maupun air hasil penambangan. Pada peta geomorfologi. Satuan ini diwakili dengan warna coklat keputihan dan simbol huruf H3.

STRATIGRAFI DAERAH TELITIAN

Berdasarkan pengamatan singkapan, profil dan penyebaran lateral batuan yang dominan, maka daerah telitian

dapat dikelompokkan dalam 4 (empat) satuan batuan tidak resmi. Penamaan satuan batuan mengikuti tata nama satuan litostatigrafi tidak resmi menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI, 1996), dengan urutan dari tua sampai muda, sebagai berikut:

Satuan Batupasir-kuarsa Pulaubalang

Berdasarkan kenampakan di lapangan satuan batuan ini didominasi oleh batupasir dengan sisipan batulempung pasir dan batulanau.

Struktur sedimen yang berkembang yaitu perlapisan, laminasi, dan *masif*. Penyebaran satuan ini mempunyai pola sebaran yang berarah Barat-Timur dengan menempati kurang lebih 15% dari luas daerah telitian. Ketebalan Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan yang tersingkap diukur berdasarkan rekonstruksi penampang geologi sayatan A-A' tebalnya ± 425 meter. Berdasarkan Analisa maka satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang memiliki umur Miosen Awal yang dicirikan dengan kehadiran fosil *Monoporites annulatus* dan *Soneratia caseolaris*.

Berdasarkan keseluruhan fosil tersebut, diketahui terdapat 6 fosil penciri sub lingkungan *montane*, 17 fosil penciri *freshwater swamp*, dan 26 fosil penciri sub lingkungan *mangrove*. Berdasarkan perhitungan persentase fosil penciri sub lingkungan yang didominasi fosil *mangrove*. Maka satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang terendapkan di lingkungan lower delta plain (Morley, 1991). Berdasarkan hasil pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan, maka dapat disimpulkan bahwa hubungan stratigrafi antara satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang dengan satuan batulempung Balikpapan adalah selaras.

Satuan Batulempung Balikpapan

Berdasarkan kenampakan di lapangan satuan batuan ini didominasi oleh perselingan batulempung-batupasir dengan sisipan, batulanau, serta batubara dengan *roof* dan *floor* batulempung karbonan. Struktur sedimen yang berkembang yaitu perlapisan, laminasi, dan *masif*. Penyebaran satuan ini mempunyai pola sebaran yang berarah Barat-Timur dengan menempati kurang lebih 30% dari luas daerah telitian. Ketebalan Satuan batulempung Balikpapan yang tersingkap diukur berdasarkan rekonstruksi penampang geologi sayatan A-A' tebalnya ± 825 meter.

Berdasarkan analisa sampel palinologi yang diambil pada LP 037, ditemukan fosil *marker* yaitu *Florschuetzia meridionalis*, marker miosen tengah – miosen akhir (N16). Berdasarkan Analisa maka satuan batulempung Balikpapan memiliki umur miosen tengah – miosen akhir yang dicirikan dengan kehadiran fosil *Florschuetzia meridionalis*. Berdasarkan keseluruhan fosil tersebut, diketahui terdapat 10 fosil penciri sub lingkungan *montane*, 19 fosil penciri *freshwater swamp*, dan 48 fosil penciri sub lingkungan *mangrove*. Berdasarkan perhitungan persentase fosil penciri sub lingkungan yang didominasi fosil *mangrove*. Maka satuan Batulempung Balikpapan terendapkan di lingkungan *upper - lower delta plain* (Morley, 1991). Berdasarkan hasil pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan, maka dapat disimpulkan bahwa hubungan stratigrafi antara satuan batulempung Balikpapan dengan satuan batupasir-kuarsa Balikpapan adalah selaras.

Satuan Batupasir-Kuarsa Balikpapan

Berdasarkan kenampakan di lapangan satuan batuan ini didominasi oleh batupasir-kuarsa dengan sisipan batulempung, batulanau, batupasir serta batubara dengan *roof* dan *floor* batulempung karbonan. Struktur sedimen yang berkembang yaitu perlapisan, laminasi

, *graded bedding* dan *masif*. Penyebaran satuan ini mempunyai pola sebaran yang berarah Barat-Timur dengan menempati kurang lebih 25% dari luas daerah telitian. Ketebalan Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan yang tersingkap diukur berdasarkan rekonstruksi penampang geologi

sayatan A-A' tebalnya ± 500 meter. Berdasarkan analisa sampel palinologi yang diambil pada LP 74, ditemukan fosil *marker* yaitu *Florschuetzia meridionalis*, marker miosen tengah – miosen akhir (N16). Berdasarkan Analisa maka satuan batupasir-kuarsa Balikpapan memiliki umur miosen tengah – miosen akhir yang dicirikan dengan kehadiran fosil *Florschuetzia meridionalis*. Berdasarkan keseluruhan fosil tersebut, diketahui terdapat

11 fosil penciri sub lingkungan *montane*, 12 fosil penciri *freshwater swamp*, dan 28 fosil penciri sub lingkungan *mangrove*. Berdasarkan perhitungan persentase fosil penciri sub lingkungan yang didominasi fosil *mangrove*, maka satuan batupasir-kuarsa Balikpapan terendapkan di lingkungan *lower delta plain* (Morley, 1991). Hubungan stratigrafi antara satuan batupasir-kuarsa Balikpapan dengan satuan endapan aluvial adalah tidak selaras.

Mud Diapir

Berdasarkan kenampakan di lapangan batuan ini didominasi oleh pecahan batugamping kristalin dan batugamping terumbu. Batugamping kristalin, abu-abu terang, berbutir sangat halus, komposisi: lumpur karbonat yang terkristalisasi. Penyebaran batugamping ini mempunyai pola sebaran yang berada pada bagian selatan daerah penelitian, dengan menempati kurang lebih 5% dari luas daerah telitian. Tersebar di atas Secara geomorfologi batugamping ini menempati bentuklahan, perbukitan struktural.

Endapan Aluvial

Satuan ini dicirikan dengan endapan material lepas berukuran kerikil sampai lempung yang merupakan hasil erosi dan pengendapan dari satuan yang lebih tua yang tertransportasi dan terbawa oleh sungai. Satuan endapan aluvial ini berumur holosen dan berkembang sampai sekarang, berada di sepanjang dataran rawa dengan menempati kurang lebih 25% dari luas daerah telitian. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa endapan aluvial ini bersifat tidak kompak. Berdasarkan kesebandingan dengan daerah sekitarnya secara regional, maka diperoleh umur satuan yaitu holosen – sekarang. Material lepas ini terendapkan secara tidak selaras di atas satuan batupasir- kuarsa Balikpapan.

STRUKTUR GEOLOGI DAERAH TELITIAN

Sesar

Struktur sesar di daerah penelitian ini dijumpai pada lokasi pengamatan 126 berupa sesar naik, dengan bidang sesar $N 337^{\circ} E/70^{\circ}$, *plunge* 15° , *trend* $N 345^{\circ} E$ dan *pitch* 50° . Dari hasil analisa menggunakan diagram stereonet kemudian dimasukkan ke diagram klasifikasi Rickard, 1972, maka diketahui jenis sesarnya yaitu *Right Reverse Slip Fault* (Rickard, 1972).



Foto 1. kenampakan sesar naik pada LP126. Azimut foto $N 250 E$

STUDI PENGARUH *TRACE ELEMENT* TERHADAP LINGKUNGAN *SEAM P3, B2, DAN PR*

Karakteristik batubara ini berfungsi untuk mengetahui seam batubara satu dengan lainnya, hal-hal yang perlu ditinjau antara lain :

- a. Karakteristik fisik batubara
- b. Karakteristik kimia batubara
- c. Karakteristik unsur *Trace Element* batubara dan pengaruhnya terhadap lingkungan

Karakteristik fisik batubara

1. Seam P3

Warna : Hitam agak mengkilap
 Kilap : bright
 Kekerasan : relatif sedang
 Pengotor : - Gores : Cokelat Pecahan : Tidak jelas

2. Seam B2

Warna : Hitam mengkilap
 Kilap : *bright*
 Kekerasan : relatif keras
 Pengotor : - Gores : Cokelat Pecahan : *concoidal*

3. Seam PR

Warna : Hitam mengkilap
 Kilap : *bright*
 Kekerasan : relatif keras
 Pengotor : - Gores : Cokelat Pecahan : *concoidal*

Karakteristik kimia batubara

Karakteristik kimia batubara yang didapatkan pada daerah penelitian berdasarkan dari data *core* yang diambil.

1. Seam P3**Tabel 1.** Hasil analisa Proksimat seam P3

Hole Name	Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
C24636A	P3	2,1	1,4	6.508,1
C26798A	P3	4,1	0,17	5.917,0
C26799A	P3	3,5	0,3	6.226
C29853A	P3	5,5	0,5	6195,3
F24638	P3	3,3	0,46	6.314
F24641	P3	2,6	0,4	6.260
F29856	P3	1,7	0,9	6.363,5

Tabel 2. Hasil rata-rata analisa Proksimat seam P3

Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
P3	3,3	0,4	6.254,8

2. Seam B2**Tabel 3.** Hasil analisa Proksimat seam B2

Hole Name	Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
C24636C	B2	3	2,3	6866,7
C26792A	B2	2,2	1,6	6510,2
C29856B	B2	1,4	0,3	6766
C29858B	B2	2,3	0,7	6200,5
C29860A	B2	1,5	0,2	6258,8
F24635	B2	3,1	0,2	6645
F24638	B2	4,9	0,3	6296,3
F24642	B2	3,1	0,24	6.343
F24643	B2	1,9	0,2	6009,9
F25554	B2	2,7	0,2	6192,1
F26791	B2	5,8	0,54	6.419
F26797	B2	2,0	0,6	6388,9
F29855	B2	1,4	0,3	6419
F34017	B2	1,0	0,5	6089,8

Tabel 4. Hasil rata-rata analisa Proksimat seam B2

Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
B2	2,6	0,6	6386,1

3. Seam PR

Tabel 5. Hasil analisa Proksimat seam PR

Hole Name	Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
C24640A	PR	4,7	1,2	6274,7
C26792A	PR	1,9	1,2	6632,3
C26793B	PR	1,6	1,4	6793,3
C26797A	PR	1,6	0,7	6537,9
F24634	PR	1,4	2,9	6851,5
F24635	PR	1,5	0,4	6914,9
F25651	PR	1,5	0,3	6586,5
F25654	PR	1,8	0,2	6575,5
F26794	PR	1,3	0,8	6522,9
F29855	PR	1,3	0,8	6635,7
F29858	PR	2,2	1,0	6564,0
F29860	PR	1,4	0,3	6379,5
F32085	PR	84,7	0,01	383
F32423	PR	75,1	5,53	948
F33199	PR	2,0	0,2	6358,3

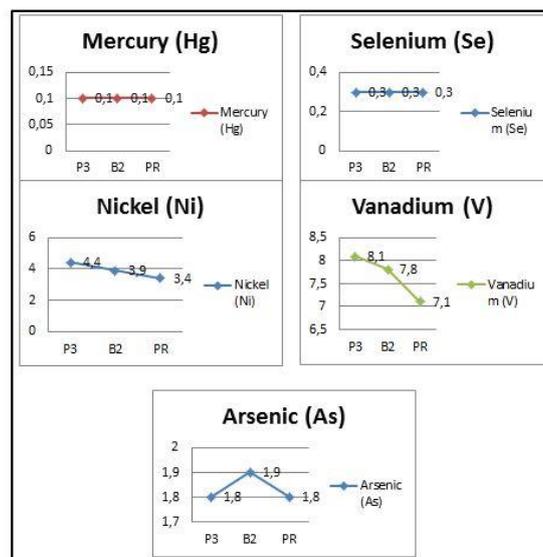
Tabel 6. Hasil rata-rata analisa Proksimat seam PR

Seam	Ash (%)	Sul (%)	CV (%)
PR	12,3	1,1	5797,2

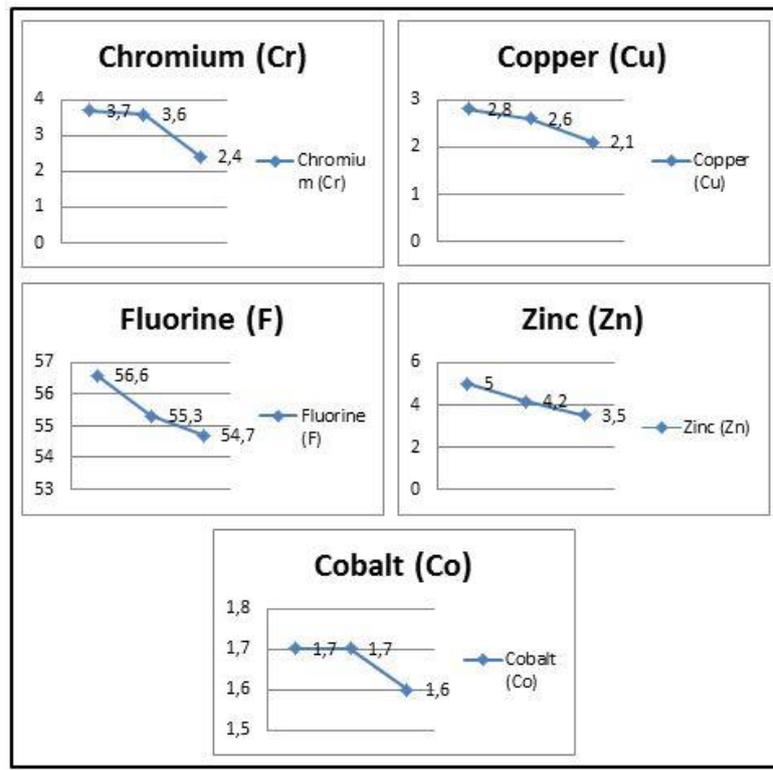
Karakteristik kimia batubara seam P3, B2, dan PR berdasarkan data *Trace Element*

Tabel 7. Hasil analisa rata-rata *Trace Element* seam P3, B2 dan PR

Seam	Arsenic (As)	Boron (B)	Mercury (Hg)	Selenium (Se)	Nickel (Ni)	Vanadium (V)	Chromium (Cr)	Copper (Cu)	Fluorine (F)	Zinc (Zn)	Cobalt (Co)
P3	1,8	203,4	0,1	0,3	4,4	8,1	3,7	2,8	56,6	5	1,7
B2	1,9	200,2	0,1	0,3	3,9	7,8	3,6	2,6	55,3	4,2	1,7
PR	1,8	183,1	0,1	0,3	3,4	7,1	2,4	2,1	54,7	3,5	1,6



Gambar 1. Grafik unsur *Trace Element* seam P3, B2 dan PR (1)



Gambar 2. Grafik unsur Trace Element seam P3, B2 dan PR (2)

HASIL PERBANDINGAN SEAM P3, B2, DAN PR BERDASARKAN ANALISIS LINGKUNGAN PENGENDAPAN, UJI PROKSIMAT, DAN UJI TRACE ELEMENT

Uji kandungan anorganik (sulfur) pada sampel batuan berdasarkan data yang telah ada. Didapatkan hasil rata-rata kandungan sulfurnya untuk seam P3= 0,4%, seam B2= 0,6%, dan seam PR= 1,1%. Kandungan sulfur pada seam P3 dan B2 menunjukkan hasil yang sama yaitu 0,6% yang mana kriteria sulfurnya relatif sedang (0,55-1) (Hunt, 1984). Sedangkan kandungan sulfur pada seam PR menunjukkan hasil kriteria sulfur yang relatif tinggi (>1) (Hunt, 1984)

Tabel 8. Kriteria sulfur total (Hunt, 1984)

Total Sulfur	Kriteria
>1	Tinggi
0,55-1	Sedang
<0,55	Rendah

Berdasarkan hasil analisa uji proksimat nilai rata-rata kandungan abu bila yang didapat 0-5 % termasuk kedalam kategori rendah, 5 – 10% termasuk kedalam kategori sedang, 10-15 % termasuk kedalam kategori tinggi, 15-20 % termasuk kedalam kategori sangat tinggi (Hunt, 1984). Hasil analisa dari kandungan abu untuk seam P3= 3,3%, seam B2= 2,6%, dan seam PR= 12,3%. Maka pada seam P3 dan B2 termasuk kedalam kategori rendah, sedangkan seam PR masuk kedalam kategori tinggi (Hunt, 1984).

Nilai kalori di daerah telitian secara rata-rata pada seam P3= 6254,8%, seam B2= 6386,1%, dan seam PR= 5797,2%. Menunjukkan hasil yang terbalik dari nilai kandungan abu yang didapatkan, dimana nilai kalori rendah disebabkan kandungan abu yang tinggi.

PENGARUH UNSUR TRACE ELEMENT TERHADAP LINGKUNGAN

Berdasarkan dampak lingkungan dari unsur jarang tersebut, dapat dikelompokkan menjadi 3 (Swaine, 1990).

Kelompok I : Merupakan unsur jarang yang sensitif terhadap lingkungan (As, Hg, Se).

Kelompok II: Merupakan unsur yang memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan. Kelompok ini mencakup (B, Cr, Cu, F, Ni, V, Zn)

Kelompok III: Merupakan unsur yang kurang berdampak terhadap lingkungan adalah Co, tingkat Co dalam batubara Sangatta (1,6-1,7 ppm) bila dibandingkan dengan tingkat CO dalam batubara dunia (0,5 - 30 ppm) relatif rendah dan karena itu tidak memiliki dampak pada lingkungan.

Tabel 9. Tingkatan konsentrasi potensi unsur yang berbahaya pada batubara sangatta (dalam Rahmad, Basuki dkk, 2016)

<i>Trace elements</i>	Batubara Dunia (ppm)	Batubara Sangatta (ppm)
As	0,5-80	1,8-1,9
B	5-400	183-203
Cr	50-160	2,4-3,7
Cu	0,5-50	2,1-2,8
Co	0,5-30	1,6-1,7
F	20-500	54,7-56,6
Hg	0,02-1	0,1
Ni	0,5-50	3,4-4,4
Se	0,2-10	0,3
V	2-100	7,1-8,1
Zn	5-300	3,5-5

KESIMPULAN

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

- Geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga bentuk asal dan lima satuan bentuklahan dengan pola pengaliran subdendritik, satuan bentuklahan tersebut yaitu : Bentuk asal fluvial terdiri atas satuan bentuklahan dataran aluvial (F1), Bentuk asal struktural terdiri atas satuan bentuklahan perbukitan struktural (S1), Bentuk asal antropogenik terdiri atas bentuk lahan daerah pembuangan lapisan penutup (*dumping area*) (H1), lereng agak curam hasil penambangan (H2), dan kolam pengendapan (*settling pond*) (H3)
- Daerah penelitian termasuk dalam Formasi Pulau Balang dan Formasi Balikpapan. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari empat satuan batuan, dari tua ke muda adalah sebagai berikut :
 - Satuan Batupasir-kuarsa Pulaubalang
Satuan batuan ini didominasi oleh batupasir dengan sisipan batulempung pasir dan batulanau serta terdapat batugamping klastik dan terumbu yang hanya setempat. Umur satuan ini adalah Miosen Awal.
 - Satuan Batulempung Balikpapan.
Satuan yang didominasi perselingan batulempung dan batupasir kuarsa Balikpapan. Umur satuan ini adalah Miosen Tengah- Miosen Akhir. Memiliki hubungan selaras dengan satuan batupasir-kuarsa Balikpapan.
 - Satuan Batupasir-kuarsa Balikpapan.
Satuan yang didominasi batupasir-kuarsa Balikpapan. Umur satuan ini adalah Miosen tengah – Miosen Akhir. Memiliki hubungan tidak selaras dengan satuan endapan aluvial.
 - Satuan *Mud* Diapir
Satuan batuan batuan ini didominasi oleh pecahan batugamping kristalin dan batugamping terumbu. Tersebar diatas satuan batupasir-kuarsa Pulaubalang dan satuan batulempung Balikpapan. Merupakan produk dari *Dome Pinang*.
 - Satuan endapan aluvial
Satuan batuan yang disusun oleh material lepas berukuran krikil sampai lempung yang merupakan hasil pelapukan dari satuan batuan yang lebih tua yang terbawa oleh sungai. Umur satuan ini Holosen, memiliki hubungan tidak selaras dengan satuan batupasir-kuarsa Balikpapan
- Struktur geologi yang dijumpai pada daerah penelitian berupa struktur sesar pada LP 37, dengan bidang sesar N 337° E/70° , *plunge* 15°, *trend* N 342° E dan *pitch* 50°. Dari hasil analisa menggunakan diagram stereonet kemudian dimasukkan ke diagram klasifikasi Rickard, 1972, maka diketahui jenis sesarnya yaitu *Right Reverse Slip Fault* (Rickard, 1972)
- Lingkungan pengendapan daerah penelitian:
 - Satuan Batupasir-kuarsa Pulau Balang
Dapat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *lower- upper delta plain* (Allen,1998) dengan sub-lingkungan pengendapan, yaitu: *Crevasse Splay*.
 - Satuan batulempung Balikpapan.

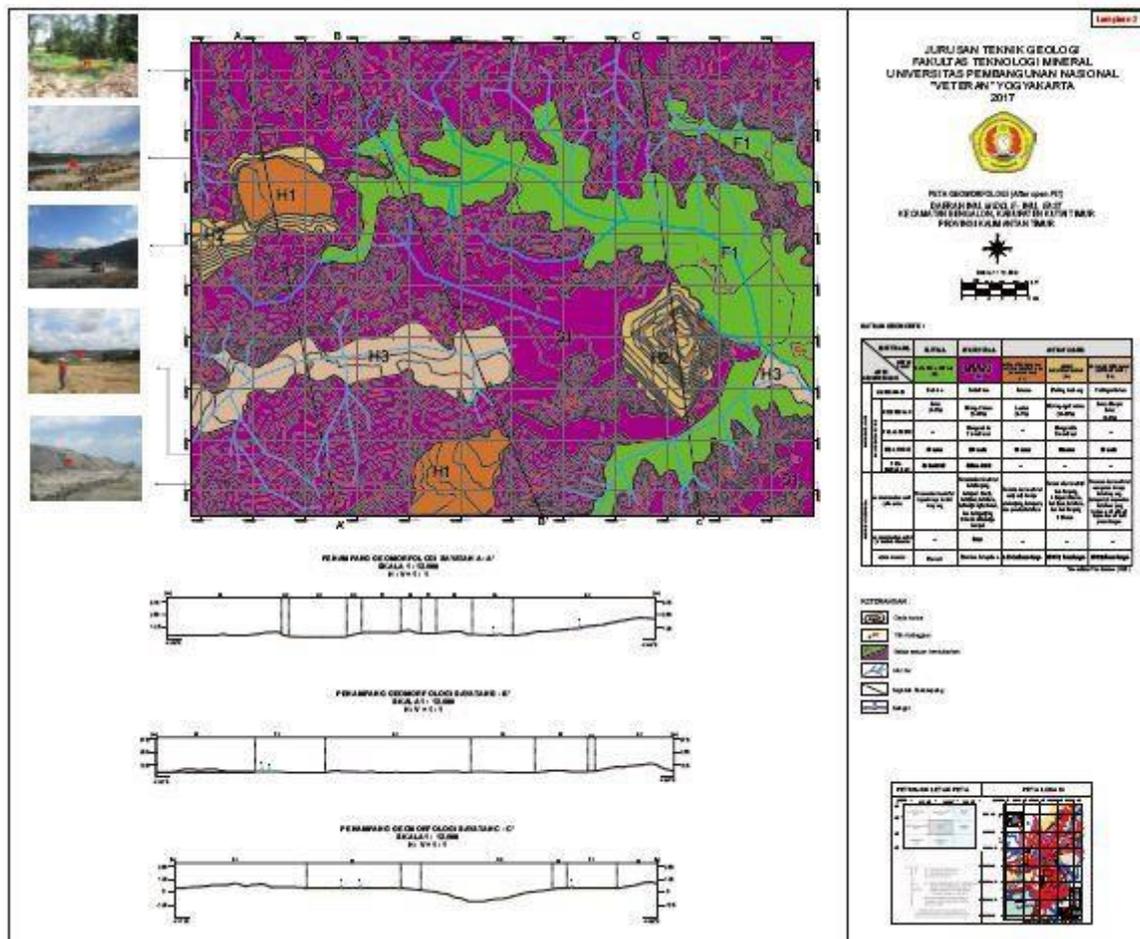
- Dapat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *Lower - Upper Delta Plain* (Allen, 1998) dengan sub-lingkungan pengendapan : *Channel, Levee, Crevasse Splay* dan *swamp*
- Satuan batupasir-kuarsa Balikpapan.
Dapat diinterpretasikan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *Lower-upper Delta Plain* dengan sub-lingkungan pengendapan : *Swamp, Channel, Levee, Interditributary bay*, dan *Crevasse splay*.
5. Hasil Perbandingan Uji Proksimat dan Uji *Trace Element seam* P3, B2, dan PR:
 - Seam P3
Merupakan *Seam* Batubara yang berumur paling muda
Memiliki nilai Sulfur paling kecil
Memiliki nilai rata-rata *Trace Element* paling besar
 - Seam B2
Merupakan *Seam* Batubara yang berumur lebih tua dari *seam* P3
Memiliki nilai sulfur lebih besar dari *seam* p3
Memiliki nilai rata-rata *Trace Element* lebih kecil dari *seam* P3
 - Seam PR
Merupakan *Seam* Batubara yang berumur paling tua
Memiliki nilai sulfur paling tinggi
Memiliki nilai rata-rata *Trace Element* paling kecil
 6. Urutan stratigrafi Batubara tua ke muda yaitu seam PR, seam B2, dan P3. Memperlihatkan bahwa semakin muda umur seam batubara pada daerah telitian, semakin berkurang pula pengaruh air laut dan memperlihatkan lingkungan pengendapan yang semakin kearah darat.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G. P. and Chamber. J. L.C., 1998. Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta, *24th Indonesian Petroleum Association Proceeding*, Jakarta. p.225– 231.
- Anggayana, K., dkk, 2011. *Batubara Muara Wahau Dan Berau - Kalimantan Timur Serta Batubara Tanjung Enim - Sumatra Selatan*, proceedings, JCM MAKASSAR, The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition
- Gilbert, 1954. *Sandstone Classification*, AAPG Special Volumes.
- Howard, A. D., 1967. *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Klistyantika, Noviani., 2014. Geologi dan Studi Lingkungan Pengendapan Formasi Balikpapan, daerah Keongk west dan Sekitarnya, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Skripsi SI, UPN "Veteran" Yogyakarta* (Unpublished).
- Kuncoro, Prasongko, B. 1996. Model Pengendapan Batubara Untuk Menunjang Eksplorasi dan Perencanaan Penambangan. *Program Pascasarjana, ITB, Bandung* (unpublished).
- Nurjihan, Ahmad. 2011. Geologi dan Pengaruh Sesar Mendatar Tutupan Terhadap Perbedaan Peringkat Batubara *Seam* T120 Berdasarkan Parameter Nilai Reflektan Vitritin, Daerah Tutupan Selatan, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Tabalong, Propinsi Kalimantan Selatan. *Skripsi SI, UPN "Veteran" Yogyakarta* (Unpublished).
- Pettijohn, F. J., 1975. *Sedimentary rock*, Halper and R Brother, New York.
- Rahmad, Basuki. 2001. Sedimentasi dan Petrologi Batubara Seam Middle Pit Hatari, PT. KPC, Kaltim, Departemen Teknik Geologi. *Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung* (Unpublished).
- Rahmad, Basuki. 2007. *Struktur Geologi dan Sedimentasi Lapisan Batubara Formasi Berau* (unpublished).
- Rahmad, Basuki. 2013. Pengembangan Model Genesa Batubara Muara Wahau, Kalimantan Timur, Berdasarkan Karakteristik Maseral, Geokimia Organik Dan Isotop Karbon Stabil. *Program Doktor. Institut Teknologi Bandung* (Unpublished)
- Rahmad, Basuki., dkk., 2016. Geochemistry and Environmental Impact of Sangatta Coal, East Kalimantan, Indonesia, *Proceedings of International Symposium on Earth Science and Technology 2016*, Kyushu University, Fukuoka, Japan. p.637-642.
- Rickard, M.J., 1972. *A Classification of Translational Fault Slip*, Geological Society of America.
- Rose, R., Hartono, P., 1978. Geological Evolution Of The Tertiary Kutei-Melawi Basin Kalimantan Indonesia, *Proceeding of the Indonesian Petroleum Association, 7th Annual Convention*, Jakarta, Indonesia.
- Sidiq, Nur., 2011. Geologi dan Studi Kualitas Batubara Pada Seam A, Daerah Binai dan Sekitarnya, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Timur. *Program SI, UPN "Veteran" Yogyakarta* (Unpublished).
- Supriatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995. *Peta Geologi Lembar Sangatta*. Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Thornbury, W.D., 1954. *Principles of Geomorphology*, Wiley Eastern Limited, New Delhi, India.

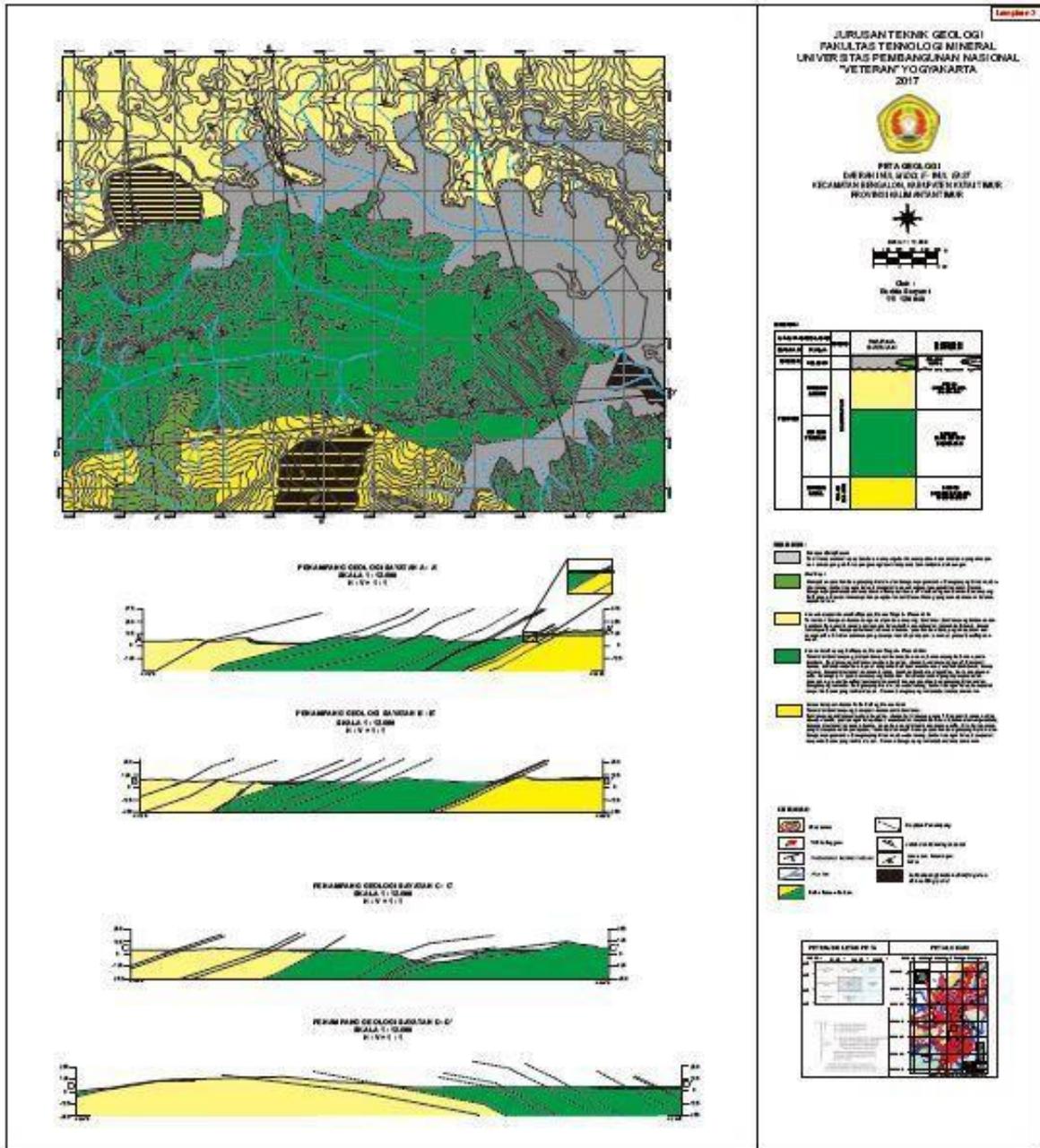
Van Zuidam, R.A., 1983. *Guide to Geomorphologic aerial photographic interpretation and mapping*, ITC, Netherland.



Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

UMUR GEOLOGI		FORMASI	SATUAN BATUAN	TERTINGGI (M)	KOLOM LITOSTRATIGRAFI	PEMERIAN	FOSSIL DIAGNOSTIK	LINGKUNGAN PENGENDAPAN		
ZAMAN	KALA									
KUARTER	HOLOSEN	BALIKPAPAN	SATUAN BATUAN KUARSIA BALIKPAPAN	100		Terdiri atas material lepas berakumulasi lumpur-kentil, merupakan hasil erosi dan pengendapan dari satuan yang lebih tua yang mengalami transportasi dan batuan oleh sungai.	—	DARAT		
TERTIER	MIOSEN AKHIR		SATUAN BATULEMPUNG BALIKPAPAN	100		Terdiri dari batupasir-kuarsa dengan serpih batulempung, batulanau, batulempung karbonat dan batulanau. Batupasir-kuarsa pasir sangat halus-kentil, membandir, terpecah baik-buruk, kemas terbungkus-terbuka, komposisi mineral dominan kuarsa, pecahan batulanau, plagioklas, feldit dan semen silika. Struktur sedimen yang dijumpai adalah perlapisan, lamiasi, graded bedding dan masif.			Abocerasia krasai Pachydictya insubrica	Tersier (Upper - Lower Delta Plain)
	MIOSEN TENGAH		SATUAN BATULEMPUNG BALIKPAPAN	100		Terdiri dari batulempung, serpih batupasir-kuarsa, batulanau, batulempung karbonat, serta batulanau. Batulempung-cekak muda-abu-abu gelap, ukuran butir empung, masif. Batupasir-kuarsa, cekak abu-abu cerah, pasir sangat halus-kentil, membandir, terpecah baik-buruk, kemas terbungkus, komposisi mineral dominan kuarsa, pecahan batulanau, plagioklas, feldit, dan semen silika. Adanya partikel batu lempung karbonat. Struktur sedimen yang dijumpai adalah perlapisan, graded bedding, lamiasi dan masif.			Abocerasia krasai	Tersier (Upper - Lower Delta Plain)
MIOSEN AWAL	PULAU BALANG	SATUAN BATUPASIR-KUARSIA PULAU BALANG	100	Terdiri dari batulempung, serpih batupasir-kuarsa, dan batulanau. Batulempung-cekak muda-abu-abu gelap, ukuran butir empung, masif. Batupasir-kuarsa, cekak abu-abu cerah, pasir sangat halus-kentil, membandir, terpecah baik-buruk, kemas terbungkus-terbuka, komposisi mineral dominan kuarsa, plagioklas, feldit, dan semen silika. Struktur sedimen yang dijumpai adalah perlapisan, lamiasi dan masif.	Pachydictya insubrica	Tersier (Upper - Lower Delta Plain)				

Stratigrafi daerah penelitian



Peta Geologi Daerah Telitian