

ANALISIS FASIES BATUAN SEDIMEN SERTA HUBUNGANNYA DENGAN PARAMETER KUALITAS BATUBARA BERDASARKAN ANALISIS UJI PROKSIMAT PADA LAPANGAN EKSPLORASI PT ANUGERAH LUMBUNG ENERGI, TAMBANG KINTAP, KABUPATEN TANAH LAUT, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Oleh : Yudistira Aji Sasongko

ABSTRACT

Asam-asam Basin is one of the basins where to be found good quality coals in Kalimantan, especially in the the Eocene Tanjung Formation. The studies of Tanjung Formation have been done by other researchers, but study devoted to the Tanjung Formation of Asam-asam Basin has not been done yet. The purpose of this study was to determine the lithological characteristics found in the study sites, geological structure, sedimentary rock facies, as well as studies about the relationship between sedimentary rock facies with quality parameters of coal based on laboratory proximate test analysis. The study was conducted using descriptive methods include case study research and direct observation in the field through geological mapping and stratigraphic measurements, as well as analysis method include performed data processing as a result of field observation and other supporting data. The processed data is presented in the form of lithology columns, maps, and data of geological structure. After that performed the laboratory analysis includes analysis of sedimentary facies and structural analysis of geology. In the final stage is the interpretation of sedimentary facies and their relationship with quality parameters of coal based on proximate test analysis. Based on the results of research, it is known that geological structures that develop in area of research are systematical joints with main force direction North-Northeast (NNE) - South-Southwest (SSW), normal faults with a trending fault plane Southwest - Northeast, as well as the reverse fault with a trending fault plane Northwest - Southeast. From the facies analysis, rocks of older age at study sites are sedimented on transitional lower delta plain environment, with sub-environment includes swamp, interdistributary bay, distributary channels, and crevasse splay; whereas the younger rocks are sedimented in the lower delta plain environment, with sub-environment includes swamp, interdistributary bay, distributary channel, crevasse splay, and tidal flats. There are 11 coal seams exposed as the results of the field observations, from the oldest to the youngest age are seam L2, L1, L30, M25, M50, and M30 whose are sedimented in the transitional lower delta plain environment, also seam R1, R15, R2, R 3-1 and R 3-2 whose are sedimented in the lower delta plain environment. Based on the proximate analysis test, it is known that : ash values ranged 7-50%, classified as moderate to high (Graese, 1992); sulfur total values ranged from 0.34 to 1.06%, classified as moderate to high category (Hunt, 1984); and calorific value ranges from 2836 - 6693 kcal/kg, and the relatively low quality coal to high quality (Directorat General of Mineral and Coal, 2011; within Indonesian Coal Resources Development and Future Direction Of Coal Export). Based on the value of ash (ash content), total sulfur, and calorific value, it is known that in general, the coal seams whose sedimented at the transitional lower delta plain environment have better quality than the coal seams of lower delta plain environment.

Keywords : Coal, Sedimentary Rock Facies, Depositional Environment, Proximate Test Analysis

I. PENDAHULUAN

Pulau Kalimantan yang umumnya berupa dataran fluvial dan rawa-rawa memperlihatkan kondisi paleogeografinya yang menjadi faktor utama terbentuknya banyak endapan batubara, serta batuan sedimen yang beraneka ragam jenis serta struktur sedimennya.

Kegiatan penelitian dilakukan di lapangan eksplorasi PT Anugerah Lumbang Energi, *site* Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Lapangan eksplorasi ini termasuk ke dalam Cekungan Asam-asam. Penelitian yang dilakukan ini meliputi pengambilan data secara langsung

lapangan, guna mendapatkan data stratigrafi daerah penelitian yang akan disusun dalam penampang stratigrafi rinci. Dari penampang stratigrafi rinci tersebut dapat dilakukan analisis litofasies untuk kemudian dihubungkan dengan parameter kualitas uji proksimat batubara.

Di daerah Kintap sendiri sudah dilakukan penambangan dalam skala yang cukup besar. Namun demikian, pemetaan Geologi rinci pada Cekungan Asam-asam khususnya di daerah Kintap belum dilakukan. Dengan demikian, peneliti bermaksud ingin mengetahui bagaimana kondisi Geologi

daerah penelitian. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk analisis fasies batuan sedimen yang selanjutnya dilakukan studi hubungan antara lingkungan pengendapan dengan kualitas batubara daerah penelitian.

II. GEOLOGI REGIONAL DAERAH PENELITIAN

Lokasi penelitian termasuk pada wilayah Cekungan Asam-asam. Stratigrafi Cekungan Asam-asam dari yang tertua hingga yang termuda meliputi Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Warukin, Formasi Dahor. Formasi-formasi ini berumur Eosen sampai Pliosen.

Karakteristik batuan penyusun Cekungan Asam – asam ini antara lain :

a) Formasi Tanjung (Tet)

Formasi tertua, berumur Eosen, yang diendapkan pada lingkungan paralis hingga neritik dengan ketebalan 900-1100 m, terdiri dari atas ke bawah berupa batulumpur, batulanau, batupasir, sisipan batubara. Formasi ini terendapkan tidak selaras di atas batuan pra-tercier (Darlan dkk., 1999).

b) Formasi Berai (Tomb)

Formasi ini terdiri dari batugamping berwarna putih kelabu, berlapis baik dengan ketebalan 20 sampai 200 cm, setempat kaya akan koral, foraminifera dan ganggang, bersisipan napal berwarna kelabu muda, tebal lapisan 10-15 cm, memiliki komposisi foraminifera planktonik. Selain itu terdapat batulempung berwarna kelabu setempat terserpihkan dengan ketebalan 25 sampai 75 cm. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan neritik dan ketebalan formasi lebih kurang 1000 m (Sikumbang dan Heryanto, 1994)

c) Formasi Warukin (Tmw)

Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir kuarsa tebal 5-30 cm berukuran halus sampai kasar setempat konglomeratan, dengan batulempung tebal 3-100 cm. Terdapat sisipan batulempung pasir dan batubara tebal 20-50 cm yang terendapkan dalam lingkungan paralik. Ketebalan total formasi diperkirakan mencapai 1250 m. Umur nisbi akhir Miosen Awal-Miosen Tengah (Sikumbang dan Heryanto, 1994)

d) Formasi Dahor (TQd)

Formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa kurang kompak, konglomerat dan batulempung lunak, dengan sisipan *lignite* setebal 5-10 cm dan *limonite*. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan paralis dengan tebal formasi diperkirakan 250 m.

Umurnya diduga Plio-Plistosen (Sikumbang dan Heryanto, 1994).

Pola kelurusan pada Pulau Kalimantan bagian selatan umumnya berarah timurlaut-baratdaya dan tenggara – baratlaut (Satyana, 1995). Struktur geologi pada lokasi penelitian berupa lipatan dan sesar naik berarah utara-timurlaut – selatan-baratdaya, sesar turun berarah utara-timur laut – selatan-barat daya, serta sesar-sesar mendatar banyak juga ditemui, umumnya berupa sesar *sinistral* dengan jurus bidang sesar berarah baratlaut – tenggara (Satyana dan Silitonga, 1994).

III. METODOLOGI

Metode penelitian diawali dengan melakukan pemetaan geologi dan pengukuran penampang stratigrafi, pembuatan peta dan penampang stratigrafi, analisis struktur geologi dan fasies, serta analisis parameter kualitas batubara berdasarkan uji proksimat batubara. Tujuan melakukan pemetaan geologi dan pengukuran penampang stratigrafi, analisis struktur geologi serta analisis fasies adalah untuk menginterpretasikan fasies dan lingkungan pengendapan batuan sedimen pembawa batubara di lokasi penelitian, untuk kemudian dihubungkan dengan kualitas batubara berdasarkan parameter uji proksimat batubara.

IV. KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan pemetaan geologi dan pengukuran penampang stratigrafi, diperoleh data sebagai berikut :

a) Stratigrafi

Litologi tersingkap di lokasi penelitian dari lapisan berumur tertua ke termuda adalah batulanau, batubara, batulempung, dan batupasir.

Batulanau berwarna abu-abu muda cerah sampai abu-abu kecoklatan gelap, setempat berwarna kemerahan karena pengaruh oksidasi, kemas tertutup. Mineral yang dominan berupa kuarsa dan feldspar, juga terdapatnya material karbon pada beberapa singkapan. Batulanau pada daerah pemetaan dibagi menjadi dua jenis yaitu batulanau silikaan dan batulanau karbonan. Struktur sedimen yang banyak dijumpai pada litologi batulanau antara lain meliputi laminasi sejajar, *convolute lamination*, perlapisan *wavy* - *lenticular*, perlapisan gradasi, nodul, kongresi, *mold*, *scoured surface*, serta *burrow*.

Batubara berwarna hitam dengan warna gores hitam kecoklatan. Kilap tanah sampai kaca, kilap kaca lebih banyak teramati pada batubara yang berumur lebih

tua pada lokasi pemetaan. Tingkat kekerasan tergolong rapuh sampai keras, dengan bentuk pecahan *conchoidal* sampai *uneven*. Terdapat pengotor (*parting*) berupa batulempung dan batulanau. Ketebalan lapisan batubara yang tersingkap sangat tipis hingga sedang (<0,5 m sampai 3,5 m). Terdapat sepuluh *seam* yang teramati yaitu *seam* L 2, L 1, L 30, M 25, M 50, M 30, R 1, R 15, R 2, serta *seam* R 3 yang dibagi menjadi *seam* R 3-1 dan R 3-2.

Batulempung berwarna abu-abu hingga hitam keabuan, terpilah baik, dengan kemas tertutup. Mineral yang dominan berupa kuarsa dan feldspar, juga terdapatnya material karbon pada beberapa singkapan. Batulempung pada daerah pemetaan dibagi menjadi dua jenis yaitu batulempung silikaan dan batulempung karbonan. Struktur sedimen yang banyak dijumpai pada litologi ini antara lain meliputi nodul, konkresi, *scoured surface*, perlapisan gradasi, *rootlets*.

Batupasir berwarna abu-abu hingga putih susu kecoklatan, setempat berwarna kemerahan karena pengaruh oksidasi. Rata-rata berukuran butir pasir halus (1/8 – 1/4 mm) sampai pasir sangat halus (1/8 – 1/16 mm) skala Wentworth (1922), terpilah baik, dengan kemas tertutup. Mineral yang dominan berupa kuarsa dan sedikit feldspar, juga terdapatnya material karbon pada beberapa singkapan. Berdasarkan analisis petrografi, batupasir pada lokasi penelitian dapat dinamakan *quartz wacke* menurut klasifikasi Pettijohn (1975) dan Dott (1964; dalam Selley, 2000), atau *quartz psammite* menurut klasifikasi Nagteegal (1978; dalam Selley, 2000). Struktur sedimen yang banyak dijumpai pada litologi ini antara lain meliputi laminasi sejajar, *convolute lamination*, laminasi silang-siur gelembur, *load cast*, perlapisan *flaser – wavy - lenticular, scour mark, channel*, nodul, konkresi, *burrow* serta bioturbasi.

b) Struktur Geologi

Struktur geologi yang ditemukan berupa struktur geologi minor yang ditemukan dalam skala kecil pada beberapa stasiun pengamatan.

Struktur geologi kekar yang ditemukan pada lokasi penelitian berupa kekar gerus dan kekar tarik. Kekar tarik umumnya teramati pada *seam* batubara sebagai *cleat* atau rekahan pada batubara. Berdasarkan hasil analisis kekar sistematis, diketahui bahwa arah tegasan utama cenderung utara-timurlaut (NNE) – selatan-baratdaya (SSW).

Sesar normal yang tersingkap pada lokasi penelitian berupa sesar normal minor, dan secara umum bidang sesar turun berarah timurlaut – baratdaya.

Sesar naik yang dijumpai memiliki nilai *dip* bidang sesarnya lebih dari 45⁰, sehingga tergolong jenis sesar berbalik atau *reverse fault*. Bidang sesar berbalik yang terdapat pada lokasi penelitian berarah utara-baratlaut – selatan-tenggara.

V. FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUAN SEDIMEN DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan data lapangan meliputi litologi, geometri lapisan, struktur sedimen, iknofasies, dan berdasarkan peta Geologi lembar Banjarmasin (Sikumbang dan Heryanto, 1994), lokasi penelitian termasuk pada endapan Formasi Tanjung (Tet). Mengacu pada model fasies Horne (1978), model tradisional karakteristik sedimen untuk penciri lingkungan pengendapan batubara (Horne dkk., 1979), maupun model fasies Allen (1998), secara umum lingkungan pengendapan sedimen diinterpretasikan terletak pada lingkungan *delta plain* dengan meliputi fasies *transitional lower delta plain* sampai *lower delta plain*. Berdasarkan fosil yang dijumpai, serta referensi lingkungan pengendapan daerah penelitian, secara keseluruhan endapan di lokasi penelitian berumur Eosen.

a) Fasies *Transitional Lower Delta Plain*

Fasies *transitional lower delta plain* tersingkap pada batuan yang berumur lebih tua. Fasies ini disusun oleh sub fasies *swamp, interdistributary bay, crevasse splay*, dan *distributary channel*. Fasies ini dicirikan dengan tersingkapnya endapan *swamp* (rawa) yang cukup intensif. Litologi yang tersingkap berukuran butir pasir sangat halus sampai *mud* (lanau sampai lempung). Berdasarkan struktur sedimen yang ditemukan, diinterpretasikan bahwa proses pengendapan sedimen pada fasies ini dipengaruhi oleh faktor gelombang maupun arus. *Seam* batubara yang terendapkan pada fasies ini antara lain *seam* L 2, L 1, L 30, M 25, M 50, dan M 30.

b) Fasies *Lower Delta Plain*

Fasies *lower delta plain* dijumpai pada batuan yang berumur lebih muda. Fasies ini disusun oleh sub fasies *swamp, interdistributary bay, crevasse splay, distributary channel*, dan *tidal flat*. Fasies pada lingkungan *lower delta plain* dibedakan dengan *transitional lower delta plain*, di mana lingkungan ini terletak lebih

ke arah laut, sehingga pengaruh arus lebih dominan. Selain itu, struktur sedimen *burrow* lebih banyak tersingkap pada lingkungan ini. Litologi yang tersingkap pada lingkungan ini berukuran pasir halus sampai lempung. *Seam* batubara yang terendapkan pada fasies ini antara lain *seam* R 1, R 15, R 2, R 3-1 dan R 3-2.

Berdasarkan data analisis maseral batubara pada lokasi penelitian (Hakim, 2014), diketahui nilai TPI *seam* batubara menunjukkan nilai yang bervariasi dengan nilai antara 0,035 – 0,53. Nilai TPI < 1 menandakan besarnya aktivitas pengrusakan sel organisme, yang biasanya terjadi pada maseral tumbuhan berselulosa tinggi (perdu) di mana mengindikasikan tingginya muka air yang dapat meningkatkan kadar pH. Selain itu diketahui nilai GI *seam* batubara menunjukkan nilai yang cenderung rendah – sedang yaitu 4,8 – 26,8. Nilai GI akan berbanding terbalik dengan tingkat oksidasi. Nilai GI yang rendah menunjukkan bahwa proses oksidasi berlangsung cukup dominan, di mana pada lokasi penelitian seringkali dijumpai batuan berwarna kemerahan karena proses oksidasi.

Hasil perhitungan nilai TPI-GI tersebut kemudian dimasukkan pada diagram TPI-GI Diessel (1986) seperti pada Gambar 5.1 untuk mengetahui lingkungan pengendapan batubara serta karakteristik rawa pembentuk batubaranya.

air tawar, pada lingkungan limnik – *fen* di *lower delta plain* dalam kondisi genang laut.

VI. HUBUNGAN FASIES BATUAN SEDIMEN DENGAN PARAMETER UJI PROKSIMAT

Hasil analisis kimia laboratorium sebagai parameter hubungan antara fasies batuan sedimen dengan kualitas batubara antara lain :

Tabel 6.1 Parameter kualitas batubara berdasarkan analisis uji proksimat

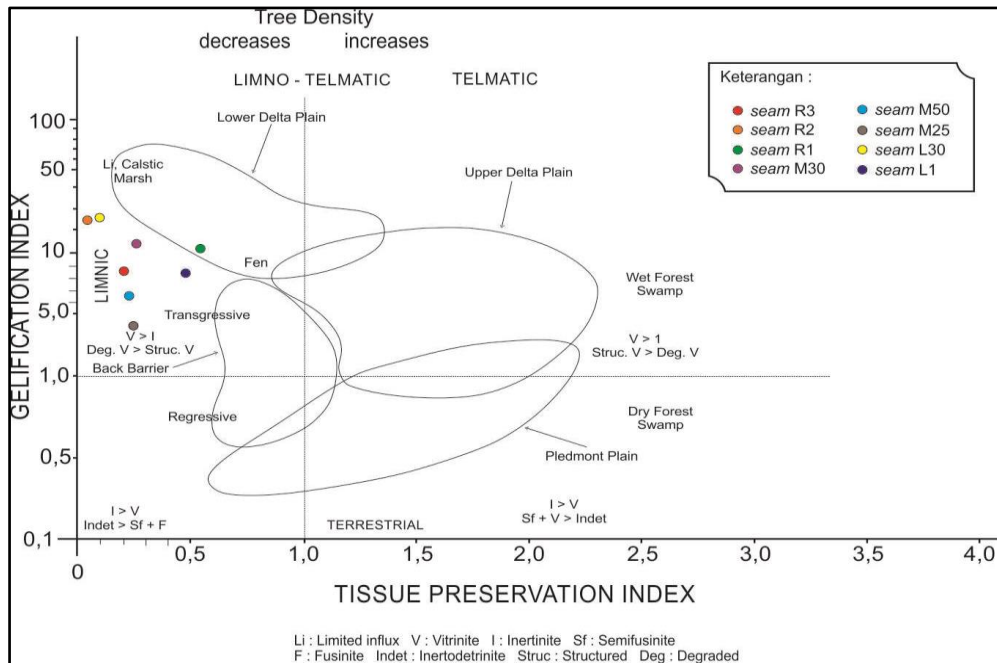
No	Hasil Analisis Kimia Laboratorium
1	Kadar Abu (<i>Ash</i>)
2	Total Sulfur (TS)
3	Nilai Kalori (CV atau <i>Calorific Value</i>)

Data kualitas yang digunakan memiliki parameter *adb* (*air dried basis*) yaitu merupakan kondisi batubara yang telah dikeringkan sehingga sesuai dengan kondisi laboratorium.

a) Kadar Abu (*Ash*)

Nilai kadar abu berasal dari material sisa hasil pembakaran batubara. Keberadaan kadar abu pada lapisan batubara dikarenakan senyawa organik dan anorganik yang merupakan hasil dari rombakan material disekitarnya yang bercampur pada saat transportasi, sedimentasi dan pembatubaraan.

Data nilai kadar abu pada tiap *seam*



Gambar 5.1 Diagram TPI-GI (Diessel, 1986) *seam* batubara

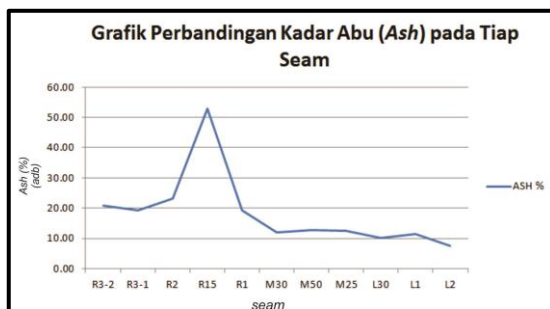
Berdasarkan diagram fasies TPI-GI Diessel (1986) yang ditunjukkan Gambar 5.1, lingkungan pengendapan *seam* batubara termasuk ke dalam *wet forest swamp* atau rawa

dari yang berumur paling muda ke yang paling tua, atau dari lingkungan cenderung basin ke arah darat disajikan pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Hasil analisis uji proksimat nilai kadar abu *all ply (top, body, bottom)* pada tiap *seam* batubara

No	Seam	Ash % (adb)	No	Seam	Ash % (adb)
1	R 3-2	20.86	7	M 50	12.72
2	R 3-1	19.16	8	M 25	12.38
3	R 2	23.27	9	L 30	10.24
4	R 15	52.80	10	L 1	11.39
5	R 1	19.23	11	L 2	7.46
6	M 30	12.05	Rata – rata		18,32

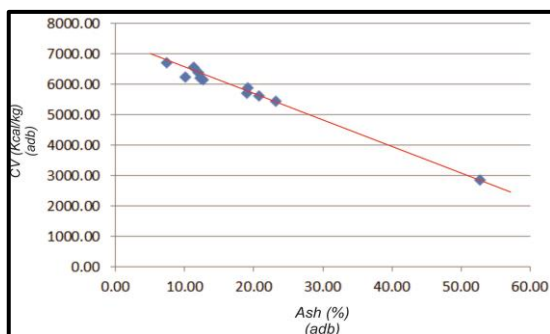
Nilai kadar abu berkisar antara 7 – 53%, dengan nilai kadar abu rata-rata 18,32%. Untuk *seam* L 2 sampai M 30, kisaran nilai kadar abunya tergolong sedang sampai tinggi (Graese, 1992).



Gambar 6.1 Grafik perbandingan nilai kadar abu berdasarkan Tabel 6.2

Gambar 6.1 menunjukkan nilai kadar abu yang cenderung turun ke kanan. *Seam* L 2 sampai M 30 terendapkan pada fasies *transitional lower delta plain*, sedangkan *seam* R 1 sampai R 3-2 terendapkan pada fasies *lower delta plain*. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa dari lingkungan *lower delta plain* yang lebih ke arah laut semakin ke arah *transitional lower delta plain* di mana lebih ke arah darat, nilai kadar abu pada *seam* batubaranya semakin turun.

Nilai kadar abu umumnya berbanding terbalik dengan nilai kalorinya. Sedangkan nilai kalori berbanding lurus dengan kualitas batubaranya.



Gambar 6.2 Grafik hubungan nilai kadar abu dengan nilai kalori *seam* batubara

Kesimpulannya, *seam* batubara lingkungan *transitional lower delta plain* memiliki kualitas batubara yang lebih tinggi dibandingkan *seam* batubara pada *lower delta plain* berdasarkan nilai kadar abunya.

b) Total Sulfur (TS)

Data nilai total sulfur pada tiap *seam* batubara dari yang berumur paling muda ke yang paling tua, atau dari lingkungan cenderung basin ke arah darat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.3 Hasil analisis uji proksimat nilai total sulfur *all ply (top, body, bottom)* pada tiap *seam* batubara

No	Seam	TS % (adb)	No	Seam	TS % (adb)
1	R 3-2	0.48	7	M 50	0.43
2	R 3-1	0.59	8	M 25	0.38
3	R 2	0.38	9	L 30	1.00
4	R 15	1.06	10	L 1	0.51
5	R 1	0.34	11	L 2	0.58
6	M 30	0.38	Rata – rata		0,56

Nilai total sulfur berkisar dari 0,34 – 1,06%, dengan nilai rata-rata 0,56%. Nilai total sulfur tersebut tergolong kategori sedang sampai tinggi (Hunt, 1984).

Menurut Diessel (1992), batubara yang mempunyai nilai sulfur tinggi umumnya berasal dari tipe rawa topogenik di mana memiliki nilai pH yang tinggi (>5) serta muka air yang tinggi, umumnya merupakan rawa yang berkembang dalam lingkungan *lower delta plain*. Batubara dengan nilai sulfur yang rendah (<1%) umumnya berasal dari gambut topogenik dengan muka air tinggi dan pH yang rendah (<5), umumnya merupakan rawa yang berkembang di lingkungan terestrial, seperti di lingkungan *upper delta plain*.

Analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa fasies batuan sedimen di lokasi penelitian diinterpretasikan termasuk dalam lingkungan *transitional lower delta plain – lower delta plain*, sehingga *seam* batubaranya juga diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan itu. Nilai total sulfur yang berkisar dari kategori sedang sampai tinggi sesuai dengan fasies batuan sedimennya.

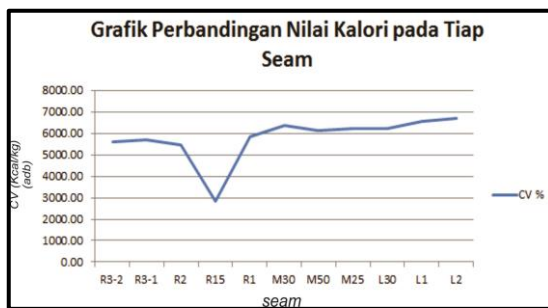
c) Calorific Value (CV)

Data nilai kalori pada tiap *seam* dari yang berumur paling muda ke yang paling tua, atau dari lingkungan cenderung basin ke arah darat ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 6.4 Hasil analisis uji proksimat nilai kalori *all ply (top, body, bottom)* pada tiap *seam* batubara

No	Seam	GCV (Kcal/kg) (adb)	No	Seam	GCV (Kcal/kg) (adb)
1	R 3-2	5602,73	7	M 50	6142,42
2	R 3-1	5700,83	8	M 25	6210,91
3	R 2	5443,58	9	L 30	6235,42
4	R 15	2836,00	10	L 1	6549,63
5	R 1	5862,44	11	L 2	6693,35
6	M 30	6376,04		Rata – rata	5786,67

Nilai kalori *seam* batubara berkisar dari 2836 – 6693 Kcal/kg, dengan nilai kalori rata – rata 5786,67 Kcal/kg. Nilai kalori tersebut tergolong batubara kualitas rendah sampai kualitas tinggi (KESDM, 2011; dalam *Indonesian Coal Resources Development And Future Direction Of Coal Export*).



Gambar 6.3 Grafik perbandingan nilai kalori pada tiap *seam* berdasarkan Tabel 6.4

Gambar 6.3 menunjukkan kenaikan nilai kalori secara relatif dari kiri ke kanan. Artinya dari lingkungan *lower delta plain* semakin ke arah *transitional lower delta plain*, nilai kalori batubaranya umumnya semakin naik. Begitu pula sebaliknya.

Nilai kalori berbanding lurus terhadap kualitas batubaranya. Dengan demikian, dapat diperoleh kesimpulan bahwa *seam* batubara pada lingkungan *transitional lower delta plain* memiliki kualitas lebih baik dibandingkan *seam* batubara pada *lower delta plain*.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G. P. and Chambers, J. L. C. 1998. *Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam delta*. Jakarta : Indonesia Petroleum Association, *Field Trip Guidebook*.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1994. *Standard test method for microscopical determination of the reflectance of vitrinite in a polished specimen of coal: Annual book of ASTM standards: gaseous fuels; coal and coke*, sec. 5, v. 5.05, D 2798-91, p. 280-283.
- Anggayana, K., Widayat, A.H. 2007. Interpretasi Fasies atau Lingkungan Pengendapan Batubara dan Variasi Sulfur untuk Rekomendasi Strategi Eksplorasi. *Jurnal Geoaplika*, Vol. 2, Nomor 1, hal. 35-52.
- Anonim. 2009. *Batubara*. Wikipedia : http://id.wikipedia.org/wiki/Batu_bara (1/1/2014)
- Anonim. 2010. *Fluvial Sediments in Cores and Geophysical Well-Logs*. http://zafir.min.unideb.hu/nyirviz/processing_of_cores.html (5-1-2014)
- Boggs, Jr. S. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Ohio : Merryl Publishing Co., A Bell & Howell Company, Colombus.
- Bouma, A.H., 1962. *Sedimentology of some flysch deposits*. Amsterdam: Elsevier, 168 p.
- Christensen, N. B. 1995. *Stable isotope geochemistry of siderite concretions from Jurassic sedimentary rocks on Bornholm (Denmark)*. Bulletin of the Geological Society of Denmark, Vol. 42, pp. 47-56. Copenhagen, 1995-09-30
- Cook, A.C, 1982. *The Origin and Petrology of Organic Matter in Coals. Oil Shales and Petroleum Source – Rocks*. The University of Wollongong, N.S.W.106 pp
- Daranin, E. A. 1995. *Studi Petrografi Batubara untuk Penentuan Peringkat dan Lingkungan Pengendapan Batubara di Daerah Bukit Kendi, Muara Anim, Sumatera Selatan*. Bandung : Jurusan Rekayasa Pertambangan Institut Teknologi Bandung. (Tidak dipublikasikan)
- Darlan, Yudi, Rina Zuraida, Catur Purwanto, Rini Sulistyanti, Agus Setyabudhi dan Achmad Masduki. 1999. *Studi Regional Cekungan Batubara Wilayah Pesisir Tanah Laut-Kotabaru Kalimantan Selatan*. Bandung : Pusat Pengembangan Geologi Kelautan (PPGL).
- Diessel, C.F.K. 1986. *On the Correlation between Coal Facies and Depositional Environment*. Newcastle : The University of Newcastle.
- Diessel, C.F.K. 1992. *Coal-Bearing Depositional Systems*. Berlin: Springer – Verlag.

- Elizabeth, Carrie. 2003. *Determining Whether Ripples Were Deposited by A Current, Wave Action, or Combined Flow*. Wisconsin : University Wisconsin of Milwaukee, web geoscientist at <http://www4.uwm.edu/course/geosci697/ripple-indices/Ripple%20Indices.html> (28/12/2013)
- Gandhi, Septiano. 2011. *Geologi dan Endapan Batubara Daerah Asam-asam, Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan*. Bandung : Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung. (Tidak dipublikasikan)
- Graese, A.M., Baynard, D.N., Hower, J.C., Ferm, J.C., & Liu, Y. 1992. *Stratigrafi and Regional Variation of the Petrographic and Chemical Properties of the Tradewater Formation Coal*. International Journal of Coal 21, p. 237-259.
- Hakim, Lutfi. 2014. *Analisis Maseral dengan Metode Reflectance Vitrinite untuk Mengetahui Kualitas Batubara pada Sumur Al 25, Lapangan Kintap, PT Anugerah Lumbang Energi, Provinsi Kalimantan Selatan*. Semarang : Teknik Geologi Universitas Diponegoro. (Tidak dipublikasikan)
- Heryanto, R. 2009. *Karakteristik dan Lingkungan Pengendapan Batubara Formasi Tanjung di daerah Binuang dan sekitarnya, Kalimantan Selatan*. Bandung : Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Jln. Diponegoro 57, Bandung
- Horne, J.C. 1978. *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region*. Texas: AAPG Convention SEPM Houston.
- Hunt, J.W., Brakel, A.T., & Smyth, M. 1984. *Origin and Distribution of the Bayswater Seam and Correlatives in Permian Sydney and Gunnedah Basins*. Australian Coal Geology 6, p. 59-75.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. 2011. *Indonesian Coal Resources Development and Future Direction Of Coal Export*. Jakarta.
- Koesoemadinata, R.P. 1985. *Prinsip-prinsip Sedimentasi*. Bandung: Departemen Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung.
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Bandung: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Kucera, M. 1984. *Industrial Minerals and Rocks*. Prague : Academia, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science
- Nazir, Moh. 2005. *Metode Penelitian*. Jakarta : Galia Indonesia
- Nichols, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy : 2nd Edition*. UK : Wiley-Blackwell, by a John Wiley & Sons, Ltd.
- Pati, Gesang Panggrahito. 2013. *Geologi dan Studi Fasies Formasi Tanjung, Sub Cekungan Barito Utara, Daerah Benangin - Bintang Ninggi dan Sekitarnya, Kabupaten Muara Teweh, Provinsi Kalimantan Tengah*. Semarang : Teknik Geologi Universitas Diponegoro. (Tidak dipublikasikan)
- Pettijohn, F.J., 1975. *Sedimentary Rocks Second Edition*. New York : Harper and Brothers.
- Prastian, Andi Heri. 2013. *Analisis Fasies Batupasir dan Batulanau Permo-Triassic serta Aplikasinya Terhadap Potensi Batuan Induk dan Reservoir pada Cekungan Timor, Nusa Tenggara Timur*. Semarang : Teknik Geologi Universitas Diponegoro. (Tidak dipublikasikan)
- Rahardika. 2011. *Geologi Regional Cekungan Kalimantan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Satyana, A.H. 1995. *Paleogene Unconformities in the Barito Basin, S.E. Kalimantan : A Concept for the Solution of the "Barito Dilemma" and a Key to the Search for Paleogene Structures*. Jakarta : Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 24th Annual Convention, p.263-276.
- Satyana, A.H. dan Silitonga, P.D. 1994. *Tectonic Reversal in East Barito Basin, South Kalimantan : Consideration of the Types of Inversion Structures and Petroleum System Significance*. IPA 24th Annual Convention, p.57 – p.74
- Selley, R. C. 2000. *Applied Sedimentology : 2nd edition*. San Diego : Academic Press

- Sidiq, Nur. 2011. *Geologi dan Studi Kualitas Batubara pada Seam A, Daerah Binai dan Sekitarnya, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Propinsi Kalimantan Timur*. Yogyakarta : Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. (Tidak dipublikasikan)
- Sikumbang, N. dan Heryanto, R. 1994. *Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan Selatan*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Silalahi, S.M. 2002. *Kamus Pertambangan Teknologi dan Pemanfaatan Batubara*.
- Simanjuntak, Ricky. 2008. *Analisis Lingkungan Pengendapan Batubara di Daerah Busui Kalimantan Timur dan di Daerah Satui Kalimantan Selatan*. Bandung : Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung. (Tidak dipublikasikan)
- Statch dkk. 1982. *Coal Petrology Gebruder Borntraege*. Berlin.
- Teknologi Mineral dan Batubara (TEKMIRA). 2010. *Batubara*. Bandung : Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral
- Thomas, Larry. 2002. *Coal Geology : 2nd edition*. UK : John Willey and Sons, Ltd.
- Tim Survei PT ALE. 2013. *Peta Kontur PT. Anugerah Lumbung Energi*. Asam-asam, Kalimantan Selatan : PT ALE. (Tidak dipublikasikan)
- Tucker, M. E., 2003. *Sedimentary Rocks in The Field : 3rd edition*. UK : Wiley-Blackwell, by John Wiley & Sons Ltd.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *Geology of Indonesia, Volume IA*. Nedherland : The Hague Martinus Nijhoff, 732 h.
- Walker, R. G, 1984. *Facies Models*. Canada : Geological Association of Canada
- Walker, R. G. 1992. *Facies Models : Response to Seal level Change*. Canada : Geological Association of Canada
- Wentworth, C. K. 1922. *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*. Chicago : The University of Chicago Press

VIII. LAMPIRAN

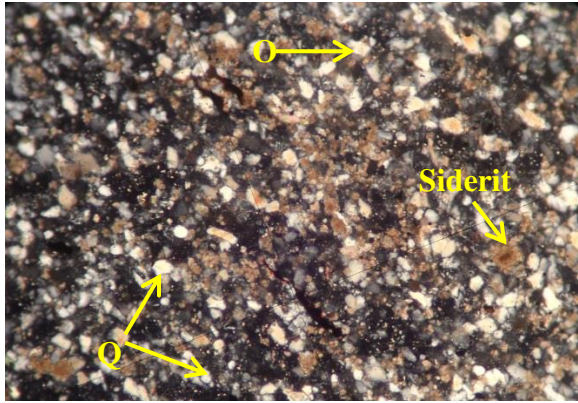
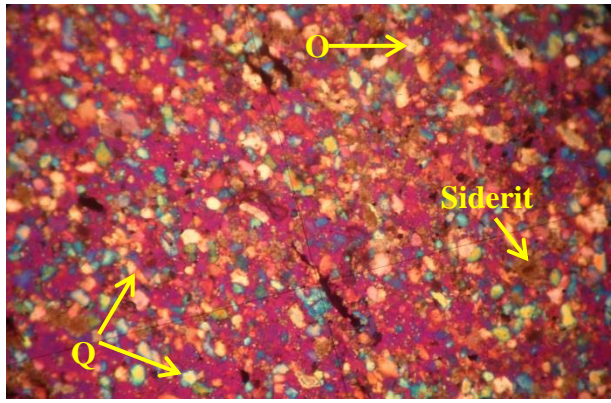
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS UJI PROKSIMAT SEAM BATUBARA DI LOKASI PENELITIAN

TABEL HASIL ANALISIS UJI PROKSIMAT BATUBARA PADA LAPANGAN EKSPLORASI
PT ANUGERAH LUNGBUNG ENERGI

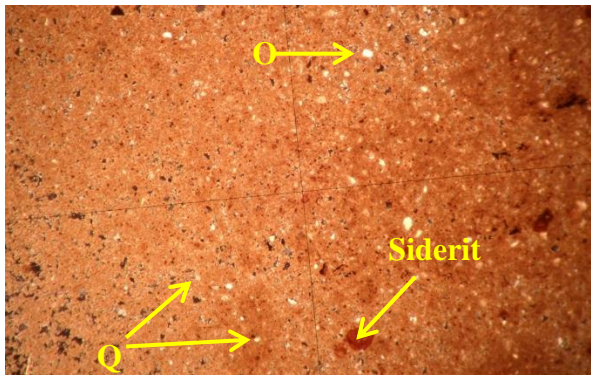
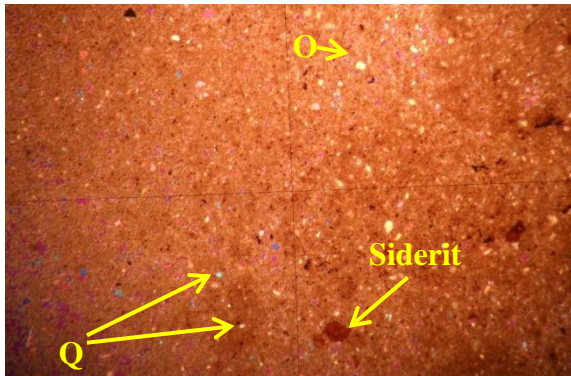
COMPOSITE ALL PLY (TOP , BODY, BOTTOM)									
NO	SEAM	TM	M	ASH	VM	FC *)	TS	GCV	
		%	%	%	%	%	%	Kcal/Kg	
		ar	adb	adb	adb	adb	adb	ar	adb
1	R3-2	8.50	6.50	20.86	40.30	32.34	0.48	5484.35	5602.73
2	R3-1	9.48	7.58	19.16	39.47	33.80	0.59	5584.05	5700.83
3	R2	8.19	6.20	20.65	40.70	29.83	0.38	5328.26	5443.58
4	R15	8.00	5.30	52.80	27.00	14.90	1.06	2755.10	2836.00
5	R1	7.07	5.80	19.23	43.43	31.54	0.34	5782.95	5862.44
6	M30	8.81	6.84	12.05	43.20	37.91	0.38	6241.92	6376.04
7	M50	9.96	7.47	12.72	38.47	41.33	0.43	5986.52	6142.42
8	M25	9.11	7.26	12.38	42.21	38.15	0.38	6087.06	6210.91
9	L30	10.64	8.55	10.24	40.88	40.33	1.00	6092.44	6235.42
10	L1	8.51	6.47	11.39	46.16	35.99	0.51	6407.62	6549.63
11	L2	10.26	7.94	7.46	44.38	40.20	0.58	6525.63	6693.35

(Sumber : PT Amanah Anugerah Adi Mulya, 2013)

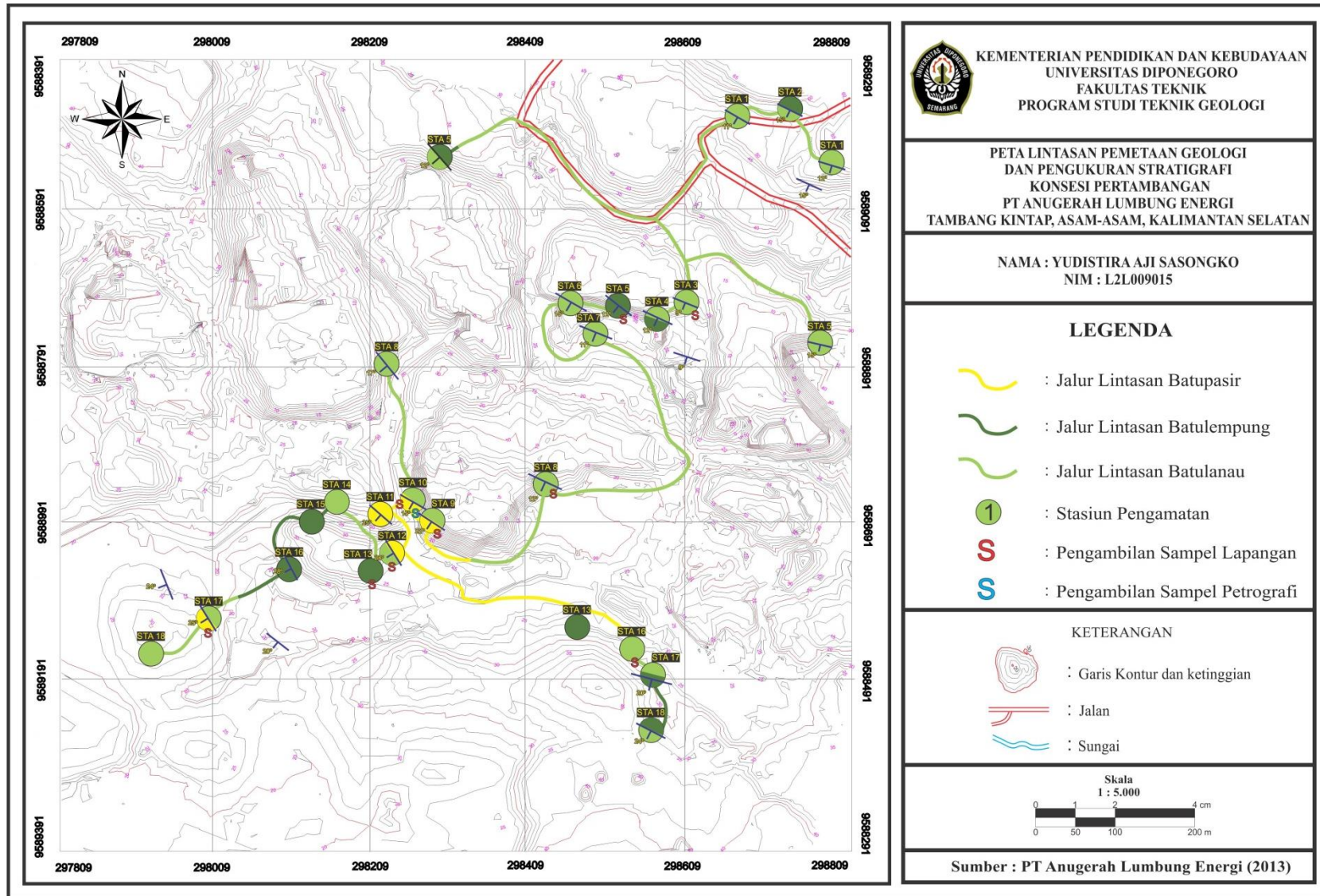
LAMPIRAN B LEMBAR PENGAMATAN SAYATAN PETROGRAFI

Kode Sayatan	: YDS-10	Tanggal Uji	: 15 Januari 2014
Perbesaran	: 40x	Petrografer	: Yudistira Aji S.
Satuan Litologi	: Batupasir	Klasifikasi	: Pettijohn (1975)
Jenis Batuan	: Batuan Sedimen Klastik		: After Dott (1964)
			: Nagteegal (1978)
Pengamatan Nikol Bersilang		Pengamatan Baji Kuarsa	
			
Deskripsi :			
<p>Batuan ini termasuk batuan sedimen klastika berbutir halus, pada pengamatan petrografi berwarna abu-abu kecoklatan, sortasinya baik, kemas tertutup dan terdukung matriks, bentuk butir <i>rounded-sub rounded</i>, dan hubungan antarbutir <i>suture</i> dan mengambang. Komposisi batuannya didominasi oleh mineral kuarsa dan matriks berupa mineral lempung silika dan sedikit lempung karbonan. Semen batuan terdiri dari semen silika dan karbonat berupa siderit.</p>			
Komposisi :			
<ul style="list-style-type: none"> - Kuarsa Berwarna <i>colourless</i> dengan gelapan bergelombang. Merupakan fragmen dominan penyusun batuan dengan ukuran butir 0,06-0,25 mm. Persentase mineral kuarsa sekitar 60% dari total batuan. - Feldspar Berupa mineral orthoklas berwarna abu-abu, bentuk euhedral, relief rendah, dengan kembaran carlsbad. Kelimpahan dalam batuan sedikit sekitar sebesar 3%. - Fragmen batuan (lithik) Bertekstur hancuran, kemungkinan berupa detrital dari batuan sedimen. Kelimpahan sedikit yaitu sekitar 2%. - Matriks Matriks berwarna gelap sampai coklat, berupa mikrokristalin mineral lempung silika, kuarsa, siderit dengan kelimpahan sekitar 25%. - Semen Semen berupa semen silika dan semen karbonat berupa siderit dengan kelimpahan 10% dari total batuan. 			
Nama Batuan	: <i>Quartz wacke</i> (Pettijohn, 1975) : <i>Quartz wacke</i> (After Dott, 1964) : <i>Quartz psammite</i> (Nagteegal, 1978)		
Petrogenesis :			
<p>Tingkat kematangan (<i>maturity</i>) secara komposisi tergolong <i>mature</i>, dengan komposisi didominasi oleh mineral kuarsa. Secara tekstural, tingkat kematangan tergolong <i>sub-mature</i>, dengan butiran sedimen yang tersortasi baik, bentuk butir <i>rounded-sub rounded</i>, namun terdukung oleh matriks. Dengan keterdapatannya mineral kuarsa yang melimpah, dimungkinkan batuan ini merupakan produk provenansi dari batuan sedimen.</p> <p>Secara keseluruhan, sortasi dari matriks sampai fragmen tergolong sortasi kurang baik di mana agen transportasi kurang baik dalam memilah matriks dengan fragmennya, sehingga kelimpahan matriksnya cukup banyak (25%). Agen transportasi seperti itu biasanya terdapat pada lingkungan transisi, <i>channel, floodplain, alluvial fan</i>, maupun pada lingkungan berarus turbit.</p>			

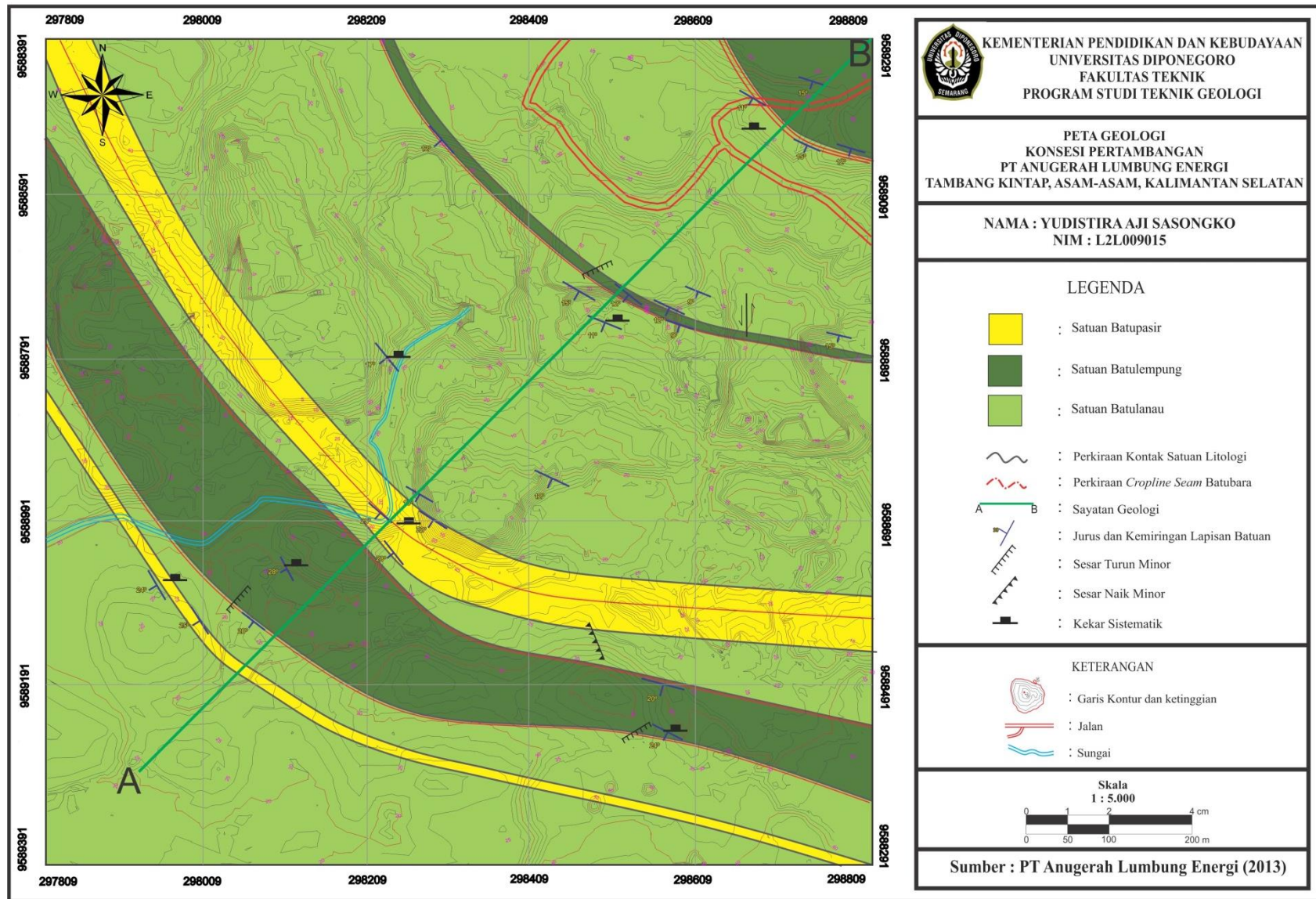
LEMBAR PENGAMATAN SAYATAN PETROGRAFI

Kode Sayatan	: YDS-12	Tanggal Uji	: 15 Januari 2014
Perbesaran	: 40x	Petrografer	: Yudistira Aji S.
Satuan Litologi	: Batupasir	Klasifikasi	: Pettijohn (1975)
Jenis Batuan	: Batuan Sedimen Klastik		: After Dott (1964)
			: Nagteegal (1978)
Pengamatan Nikol Sejar		Pengamatan Baji Kuarsa	
			
Deskripsi :			
<p>Batuan ini termasuk batuan sedimen klastika berbutir halus, pada pengamatan petrografi berwarna abu-abu kecoklatan, sortasinya baik, kemas tertutup dan dominan matriks, bentuk butir <i>rounded-sub rounded</i>, dan hubungan antarbutir <i>suture</i> dan mengambang. Komposisi batumannya didominasi oleh mineral kuarsa dan matriks berupa mineral lempung silika dan sedikit lempung karbonan. Semen batuan terdiri dari semen silika dan karbonat berupa siderit.</p>			
Komposisi :			
<ul style="list-style-type: none"> - Kuarsa Berwarna <i>colourless</i> dengan gelapan bergelombang. Merupakan fragmen dominan penyusun batuan dengan ukuran butir 0,06-0,125 mm. Persentase mineral kuarsa sekitar 15% dari total batuan. - Feldspar Berupa mineral orthoklas berwarna abu-abu, bentuk euhedral, relief rendah, dengan kembaran carlsbad. Kelimpahan dalam batuan <3%. - Fragmen batuan (lithik) Bertekstur hancuran, kemungkinan berupa detrital dari batuan sedimen. Kelimpahan sedikit yaitu < 2%. - Matriks Matriks berwarna gelap sampai coklat, berupa mikrokristalin mineral lempung silika, kuarsa, siderit dengan kelimpahan sekitar 70%. - Semen Semen berupa semen silika dan semen karbonat berupa siderit dengan kelimpahan 10% dari total batuan. 			
Nama Batuan	: <i>Mudrock</i> (Pettijohn, 1975) : <i>Mudrock</i> (After Dott, 1964) : <i>Sandy mudstone</i> (Nagteegal, 1978)		
Petrogenesa :			
<p>Tingkat kematangan (<i>maturity</i>) secara komposisi tergolong <i>sub-mature</i>, dengan komposisi mineral kuarsa cukup banyak. Secara tekstural, tingkat kematangan tergolong <i>immature</i>, dengan butiran sedimen yang tersortasi baik, bentuk butir <i>rounded-sub rounded</i>, namun didominasi matriks yang melimpah. Dengan keterdapatannya mineral kuarsa yang melimpah, dimungkinkan batuan ini merupakan produk provenansi dari batuan sedimen.</p> <p>Secara keseluruhan, sortasi dari matriks sampai fragmen tergolong sortasi baik di mana agen transportasi cukup baik dalam memilah matriks dengan fragmennya, sehingga umumnya material sedimennya berbutir cukup seragam. Agen transportasi seperti itu terdapat pada lingkungan transisi, <i>alluvial fan</i>, di mana tertransportasikan cukup jauh dan terendapkan pada keadaan genang air yang cukup tinggi.</p>			

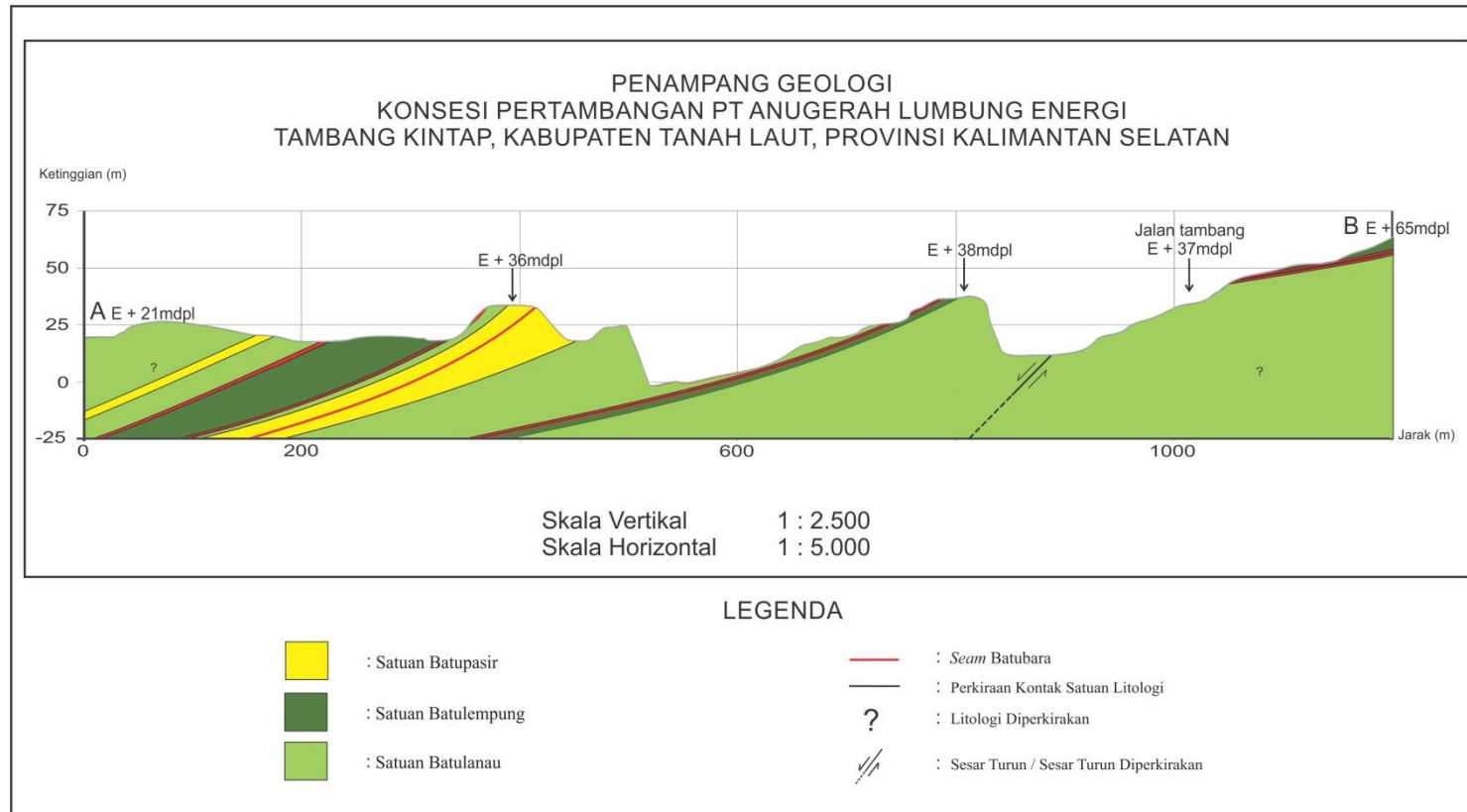
LAMPIRAN C PETA LINTASAN PEMETAAN GEOLOGI DAN PENGUKURAN STRATIGRAFI



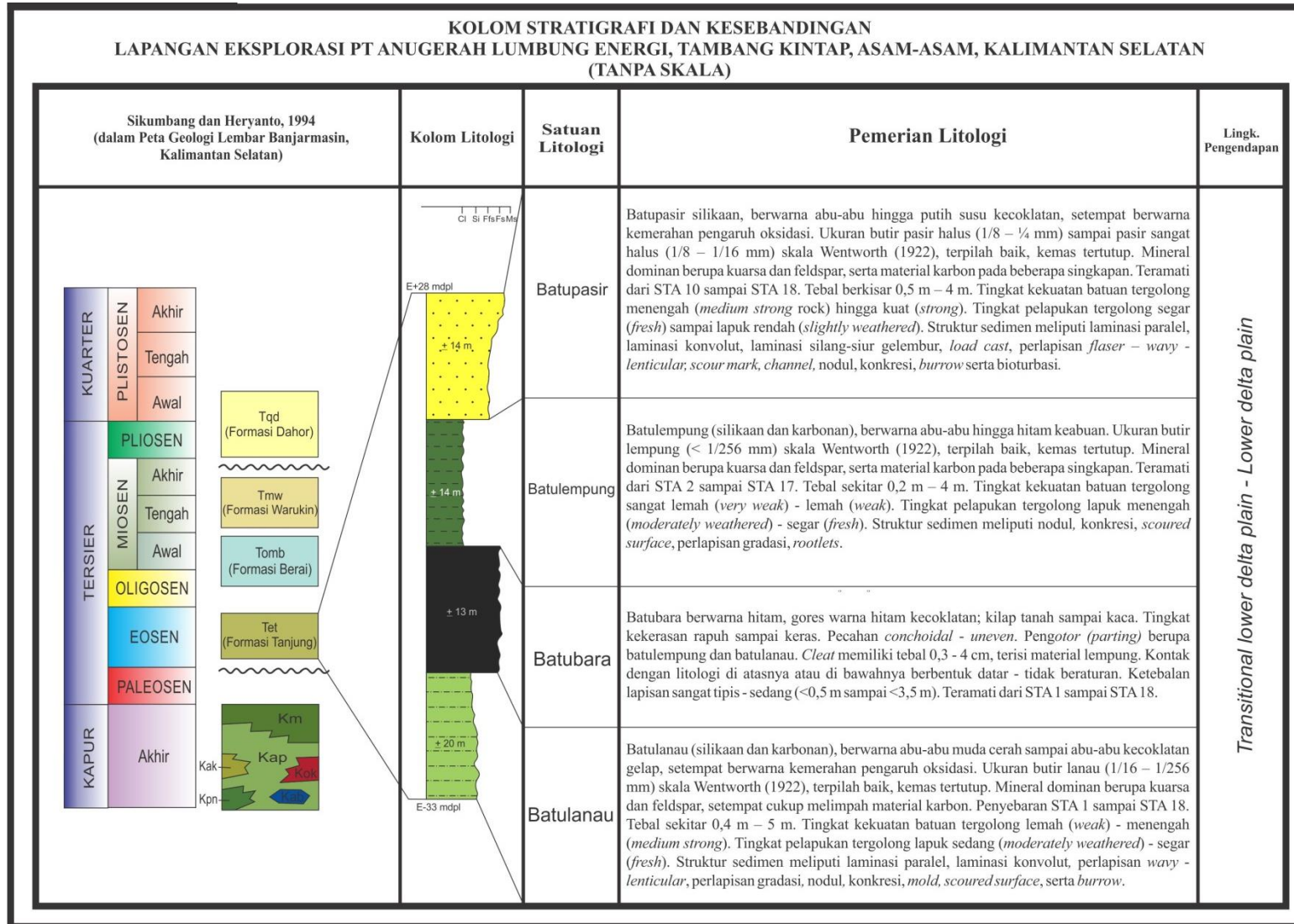
LAMPIRAN D PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN



LAMPIRAN E PROFIL GEOLOGI DAERAH PENELITIAN



LAMPIRAN F KOLOM STRATIGRAFI DAN KESEBANDINGAN



LAMPIRAN G KOLOM STRATIGRAFI TERUKUR DAERAH PENELITIAN



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**KOLOM LITOFASIES DAN PARAMETER KUALITAS BATUBARA BERDASARKAN ANALISIS UJI PROKSMAT
PADA KONSESI PERTAMBANGAN PT ANUGERAH LUMBUNG ENERGI
TAMBANG KINTAP**

KABUPATEN
PROVINSI

TANAH LAUT
KALIMANTAN SELATAN

SKALA
PENYUSUN

1:50
YUDISTIRAJI SASONGKO

LEGENDA

LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	FOSIL	KETERANGAN LAINNYA
<p>Sedimen Silisiklastik</p> <ul style="list-style-type: none"> Batulanau Batulempung Batupasir Batulanau karbonat atau Batulanau batubara Batulempung karbonat 	<p>STRUKTUR SEDIMEN</p> <ul style="list-style-type: none"> Laminasi sejajar (parallel lamination) Gelembur gelombang (wave ripple) Gelembur arus (current ripple) Oscillation ripple Convolute lamination Load cast Laminasi silang-siur planar (planar cross-lamination) 	<ul style="list-style-type: none"> Flaser Wavy Lenticular <p>Perlipatan Heterolitik</p> <ul style="list-style-type: none"> Perlipatan gradasi 	<p>FOSIL</p> <ul style="list-style-type: none"> Rootlets Burrow Bivalvia <p>KETERANGAN LAINNYA</p> <ul style="list-style-type: none"> Kontak antar lapisan Tegass, planar Tegass, tidak beraturan, atau scour mark Gradasi Sampel Petrografi

No	LITOFASIES	URAIAN BUTIR SEMIQUANTITATIF	DESKRIPSI LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	STRUKTUR GEOLOGI	PARAMETER KUALITAS BATUBARA				LINGKUNGAN PENGENDAPAN		LINTAS GEOLOGI
						TI	DI	SI	MI	SLUR PHASES	FAKSES	
10	11070/1-10	10	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	LOWER DELTA PLAIN
11	11070/1-11	11	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	11070/1-12	12	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	11070/1-13	13	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	11070/1-14	14	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	11070/1-15	15	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	11070/1-16	16	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	11070/1-17	17	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	11070/1-18	18	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	11070/1-19	19	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

No	LITOFASIES	URAIAN BUTIR SEMIQUANTITATIF	DESKRIPSI LITOLOGI	STRUKTUR SEDIMEN	STRUKTUR GEOLOGI	PARAMETER KUALITAS BATUBARA				LINGKUNGAN PENGENDAPAN		LINTAS GEOLOGI
						TI	DI	SI	MI	SLUR PHASES	FAKSES	
1	11070/1-1	1	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	TRANSITIONAL LOWER DELTA PLAIN
2	11070/1-2	2	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	11070/1-3	3	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	11070/1-4	4	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	11070/1-5	5	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	11070/1-6	6	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	11070/1-7	7	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	11070/1-8	8	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	11070/1-9	9	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	11070/1-10	10	Batulempung karbonat atau Batulanau batubara	Interfacy Bay	Interfacy Bay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	