

GEOLOGI DAN KUALITAS BATUBARA SEAM A2 FORMASI MUARAENIM BERDASARKAN DATA LOG DAERAH MUARAENIM, SUMATERA SELATAN

Gusti Muhammad Sagala, Ediyanto, Basuki Rahmad
Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283
Gustimsagala7911@gmail.com

Sari – Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa batubara. Pada daerah penelitian Formasi Muaraenim terdapat 2 satuan batuan yaitu satuan batupasir dibagian atas dan satuan batulempung dibagian bawahnya. Stratigrafi daerah penelitian yang mengacu pada Shell Mijnbow (1978) termasuk kedalam anggota M2 Formasi Muaraenim. Hal ini dibuktikan dengan kehadiran batubara Seam Mangus yang terdiri dari seam A1 dan seam A2, batubara Seam Suban yang terdiri dari seam B1 dan seam B2, Seam Petai yang terdiri dari seam C serta ditemukan adanya Seam Suban Marker diantara seam B1 dan seam A2. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder berupa *log gamma ray* dan *log density* untuk interpretasi litologi. Berdasarkan dari hasil analisis log dijumpai litologi yaitu, batulempung, batulanau, batupasir dan batubara. lingkungan pengendapan daerah penelitian adalah *transitional lower delta plain*. Peringkat batubara seam A2 daerah penelitian adalah *high volatile C bituminous*. Peringkat Batubara didaerah penelitian dipengaruhi oleh kondisi geologi yaitu lipatan akibat pengaruh tektonik yang menghasilkan tekanan dan panas sehingga mengubah komposisi dan sifat pada batubara. Hubungan antara *calorific value* dan parameter analisa proksimat dibagian tenggara ditulis dalam formula himpunan adalah $CV \propto TM, A, VM, FC$ yang berarti hubungannya normal. Sebaran lateral kualitas batubara yaitu nilai cv tertinggi berada di area barat laut dan tenggara (6600 kcal/kg), nilai total moisture tertinggi berada di area tengah (24,5%), nilai ash tertinggi di area tenggara (4,4%), nilai volatile matter tertinggi di area barat laut (44,8%) dan nilai FC tertinggi di area tenggara (47,7%).

Kata Kunci : batubara, Muaraenim, *log gamma ray*, *log density*

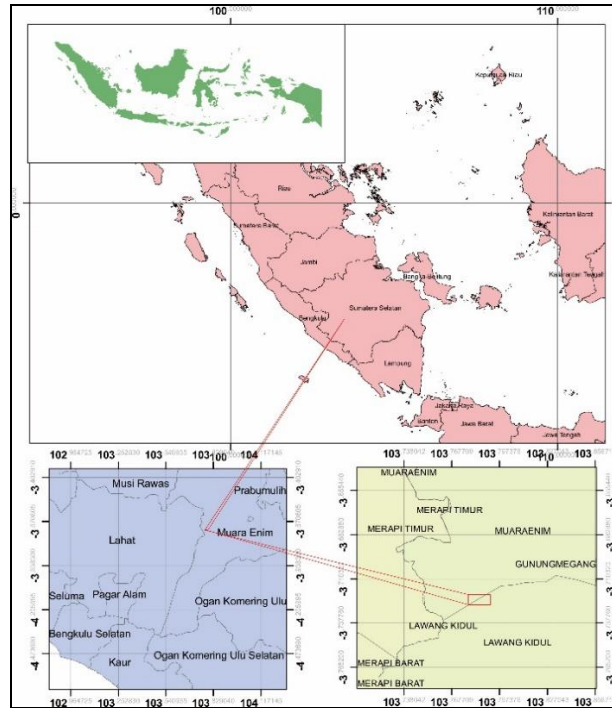
PENDAHULUAN

Daerah Muaraenim terletak di Provinsi Sumatera Selatan, Kabupaten Muaraenim, Kecamatan Lawang Kidul. Berdasarkan pengelompokan Cekungan Sumatera menurut Barber et.al., (2005) termasuk kedalam Cekungan Sumatera Selatan. Pada cekungan ini terdapat formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim. Batuan penyusun Formasi Muaraenim adalah batupasir, batulanau, batulempung dan batubara (agrakoesoemah dan kamal, 2004). Shell Mijnbouw (1978) membagi Formasi Muaraenim menjadi empat anggota Formasi Muaraenim yaitu anggota M1, M2, M3 dan M4 berdasarkan pada ciri seam batubara. Formasi Muaraenim terendapkan pada lingkungan laut dangkal, delta dan lingkungan darat (agrakoesoemah dan kamal, 2004). Secara regional di daerah Muaraenim termasuk kedalam Antiklinorium Muaraenim

Kualitas batubara dipengaruhi oleh tekanan, suhu dan waktu (Teichmuller, 1966). Penentuan kualitas batubara dilakukan dengan beberapa analisa yaitu analisa proksimat dan analisa nilai kalori. Sifat bakar pada batubara akan mempengaruhi pemilihan batubara dalam keperluan industri. Dalam menentukan sifat bakarnya dilakukan pengujian didalam tungku sehingga diketahui performa batubara ketika dibakar. Hasil pengujian tersebut didapatkan sebuah nilai yang disebut dengan nilai kalori (Thomas, 2002). Nilai kalori batubara dipengaruhi oleh komposisi batubara yang diketahui dari hasil analisa proksimat yang terdiri dari total moisture, ash, volatile matter dan fixed carbon. Komposisi batubara tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi geologi di suatu daerah. Berdasarkan penjelasan tersebut, yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian mengenai hubungan kualitas batubara terhadap kondisi geologi di daerah penelitian.

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di area pit Air Laya Wilayah Kerja PT Bukit Asam Tbk. Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muaraenim, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1).

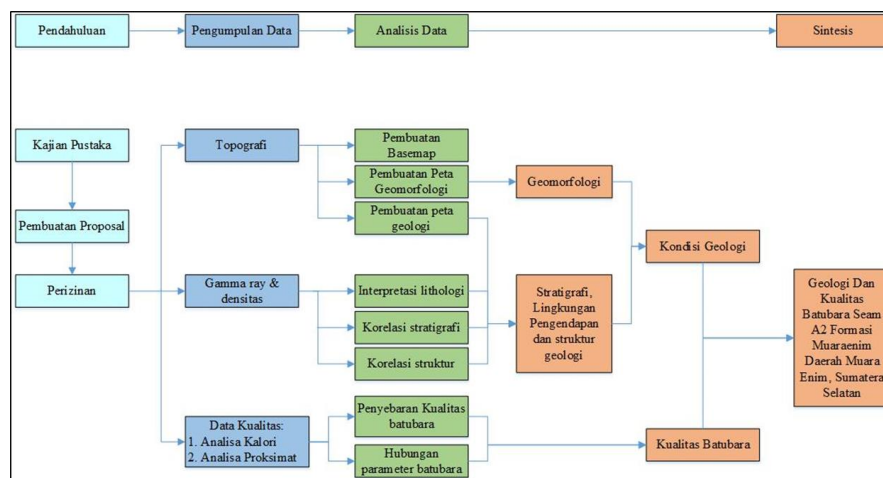


Gambar 1. Lokasi Penelitian

METODE PENELITIAN

Dalam urutan penelitian kegiatan yang dilaksanakan adalah sebagai berikut (Gambar 2) :

- a. Tahap Pendahuluan
Pada tahap ini dimulai dari mengkaji beberapa pustaka untuk di angkat dan dibahas masalah di daerah penelitian, kemudian pembuatan proposal dan perizinan.
- b. Tahap Pengumpulan Data
Tahap ini data yang dikumpulkan berupa data topografi, gamma ray & density, Data kualitas batubara berupa analisa nilai kalori dan analisa proksimat.
- c. Tahap Analisis Data
Tahap ini merupakan tahap menganalisis data yang sudah dikumpulkan sehingga didapatkan hasil berupa keadaan geologi dan kualitas batubara
- d. Tahap Sintesis Data
Tahap sintesis data adalah mengkaitkan hasil berupa keadaan geologi dan kualitas batubara didaerah penelitian.

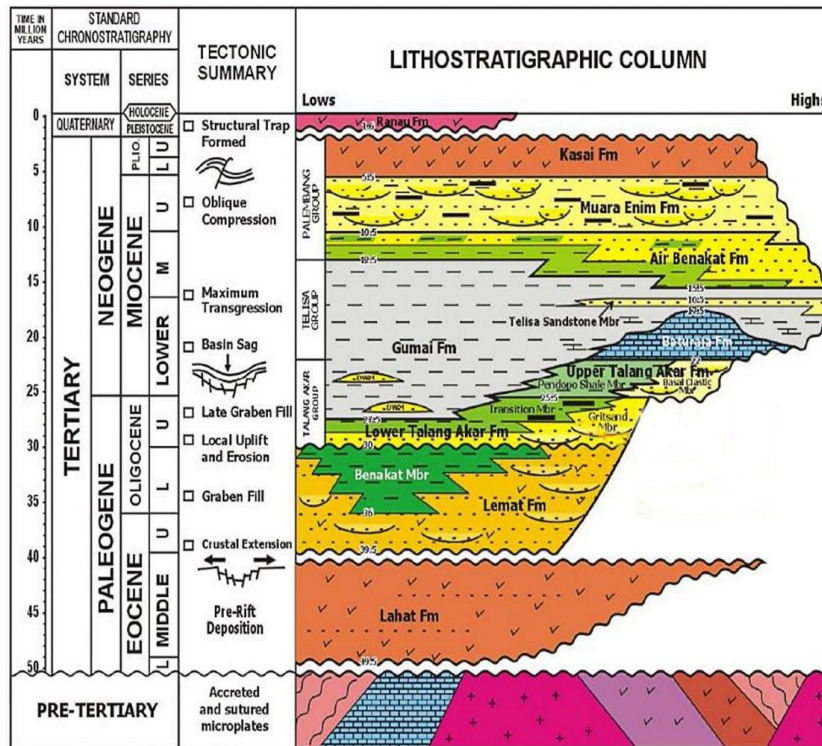


Gambar 2. Diagram alir penelitian

GEOLOGI REGIONAL

Urutan dari tua ke muda stratigrafi daerah penelitian ini adalah (Gambar 3) :

- a. Kelompok Pra Tersier merupakan batuan dasar (basement rock) dari Cekungan Sumatra Selatan. Tersusun atas batuan beku Mesozoikum, batuan metamorf Paleozoikum, Mesozoikum, dan batuan karbonat yang termetamorfosa.
- b. Formasi Lahat yang tersusun oleh litologi batuan vulkanik, breksi, dan material laharik. Formasi Lahat umumnya diendapkan secara tidak selaras di atas batuan dasar dan diendapkan sebelum terjadi deformasi ekstensional pada Tersier Awal.
- c. Formasi Lemat. Kelompok batuan ini diendapkan pada umur Oligosen Awal di daerah dalaman atau graben yang terbentuk akibat tektonik ekstensional pada Tersier Awal. Formasi Lemat umumnya dicirikan oleh litologi perselingan batupasir darat, batulanau, dan serpih yang di beberapa tempat mengandung material vulkanik. Anggota Benakat (De Coster, 1974) merupakan bagian dari Formasi Lemat yang tersusun oleh litologi serpih argillaceous yang diendapkan pada lingkungan darat lakustrin.
- d. Formasi Talang Akar Bawah. Bawah Formasi Talang Akar Bawah terbagi menjadi dua anggota, yaitu Anggota Transisi (Transition Member/TRM) dan Anggota Gritsand (Gritsand Member/GRM). Anggota Transisi tersusun oleh batuan klastik berbutir halus dengan sisipan batubara dan di beberapa tempat ditemukan material pelletoid, yang mengindikasikan lingkungan pengendapan transisi sampai laut dangkal. Anggota Gritsand tersusun oleh batupasir berbutir kasar dan konglomerat. Anggota batuan ini diinterpretasikan sebagai suatu sikuen progradasi sampai transgresi TRM dengan serpih yang menunjukkan pengaruh lingkungan laut.
- e. Formasi Talang Akar Bawah terbagi menjadi dua anggota, yaitu Anggota Transisi (Transition Member/TRM) dan Anggota Gritsand (Gritsand Member/GRM). Anggota Transisi tersusun oleh batuan klastik berbutir halus dengan sisipan batubara dan di beberapa tempat ditemukan material pelletoid, yang mengindikasikan lingkungan pengendapan transisi sampai laut dangkal. Anggota Gritsand tersusun oleh batupasir berbutir kasar dan konglomerat. Anggota batuan ini diinterpretasikan sebagai suatu sikuen progradasi sampai transgresi TRM dengan serpih yang menunjukkan pengaruh lingkungan laut.
- f. Formasi Baturaja didominasi oleh batuan karbonat reef. Berada pada lingkungan laut dangkal yang bersih dan sedikit pengaruh klastik, Formasi Baturaja berkembang dengan baik di sekitar tinggian purba.
- g. Formasi Gumai terdiri dari Anggota Batupasir Laut Dalam Gumai (Gumai Deepwater Sandstone Member/DWM) dan Anggota Batupasir Telisa (Telisa Sandstone Member/TSM). DWM tersusun oleh litologi batupasir berbutir halus, batulanau, dan serpih yang diendapkan pada lingkungan Bathyal Atas atau laut dalam pada umur Oligosen Akhir – Miosen Awal. Anggota Batupasir Telisa (TSM) dicirikan oleh litologi batupasir sangat halus sampai halus, argillaceous, mengandung mineral glaukonit. Batupasir ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal (Argakoesoemah dkk., 2004).
- h. Formasi Lower Palembang (Air Benakat). Formasi Lower Palembang diendapkan selama awal fase siklus regresi. Komposisi dari formasi ini terdiri dari batupasir glaukonitan, batulempung, batulanau, dan batupasir yang mengandung unsur karbonatan berumur Miosen Tengah N12-N13. Formasi ini diendapkan di lingkungan laut dangkal.
- i. Formasi Middle Palembang (Muaraenim). Batuan penyusun yang ada pada formasi ini berupa batupasir, batulempung, dan lapisan batubara. Shell Mijnbow membagi Formasi Muaraenim berdasarkan keberadaan batubara anggota M1, M2, M3 dan M4. De Coster (1974) menafsirkan formasi ini berumur Miosen Akhir sampai Pliosen, berdasarkan kedudukan stratigrafinya. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal, delta plain dan lingkungan non marine.
- j. Formasi Upper Palembang (Kasai). Formasi ini merupakan formasi yang paling muda di Cekungan Sumatra Selatan. Formasi ini diendapkan selama orogenesis pada Plio-Pleistosen dan dihasilkan dari proses erosi Pegunungan Barisan dan Tiga puluh. Komposisi dari formasi ini terdiri dari batupasir tuffan, lempung, dan kerakal dan lapisan tipis batubara

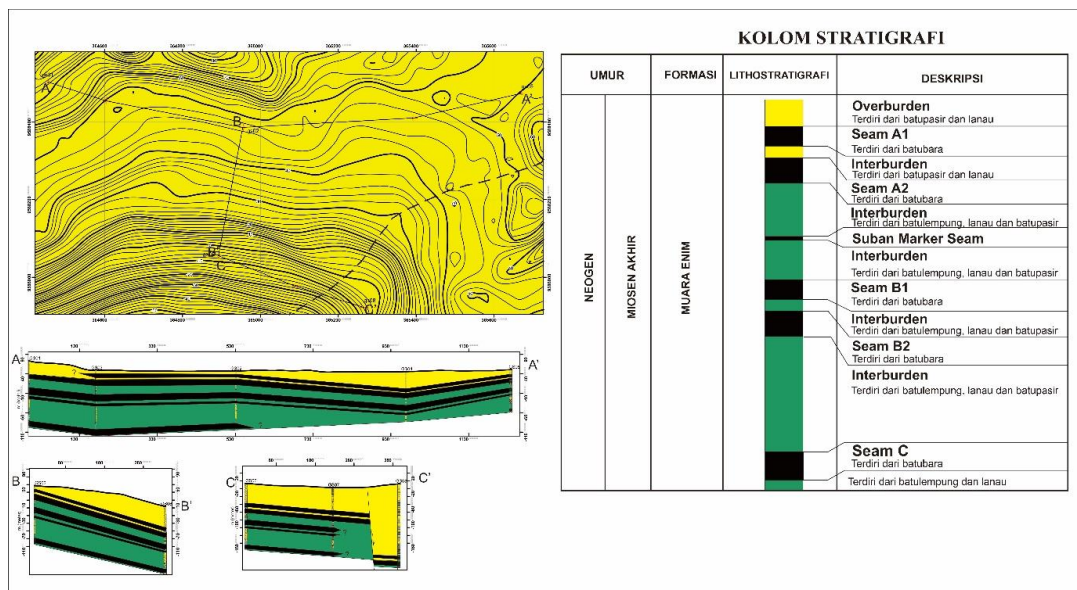


Gambar 3. Stratigrafi (Agrakoesoemah, 2004)

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Stratigrafi

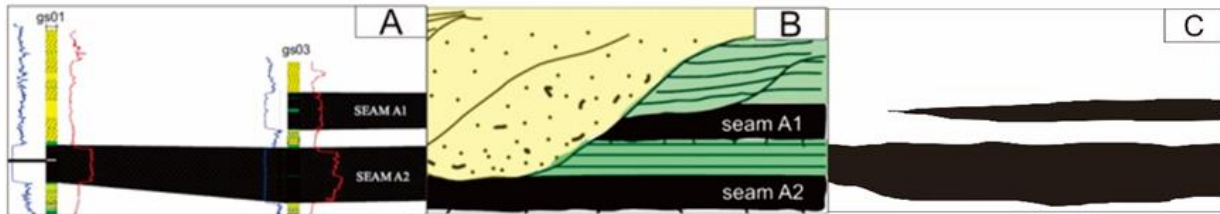
Untuk menentukan jenis litologi yang berkembang didaerah penelitian dengan cara menginterpretasi berdasarkan gamma ray dan densitas. Maka terdapat 4 jenis litologi yang berkembang yaitu batubara, batulempung, batulanau dan batupasir. Stratigrafi daerah penelitian termasuk ke dalam anggota M2 yang dicirikan dengan kehadiran batubara Seam Mangus yang terdiri dari seam A1 dan seam A2 , batubara Seam Suban yang terdiri dari seam B1 dan seam B2, Seam Petai yang terdiri dari seam C serta ditemukan adanya Seam Suban Marker diantara seam B1 dan seam A2. Formasi Muaraenim daerah penelitian terdapat 2 satuan batuan yaitu satuan batulempung dibagian bawah dan satuan batupasir dibagian atas (Gambar 4).



Gambar 4. Peta Geologi

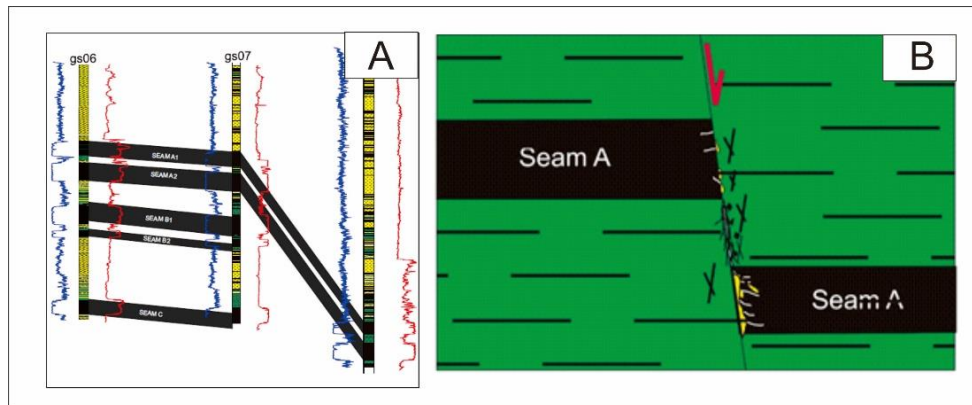
Keadaan Geologi

Terdapat fenomena hilang (*loss*) lapisan batubara pada seam A1 pada titik bor gs01 penampang (A-A') hal tersebut terjadi karena erosi dari channel yang menyebabkan lapisan batubara terkikis fenomena ini disebut *wash out* atau kemungkinan lainnya adalah terjadi penipisan batubara maka diperlukan data pendukung berupa titik bor dibagian timur gs01 untuk membuktikan kebenaran fenomena *wash out* (gambar 5)



Gambar 5. (A) Perbesaran Penampang, (B) Wash out (thomas, 2010), (C) Ceclin and medlin, 1987

Fenomena patahan pada penampang C-C', Patahan merupakan jalur masuknya air. Air dapat membawa sejumlah bahan mineral kemudian menyimpan bahan-bahan ini di lapisan batubara (John Welson, 1981). Menurut Stanishlaw (2002) lapisan batubara yang berada di zona sesar memiliki kandungan *Ash* dan *Sulfur* yang tinggi. Maka data pendukung adanya patahan ditinjau dari nilai *Total Sulfur* yang mengalami kenaikan dibanding titik bor di lokasi lainnya dengan nilai *Total Sulfur* sebesar 1,39 diikuti dengan kenaikan nilai dari abu (*ash*) yang tinggi sebesar 4,40 (Gambar 6).



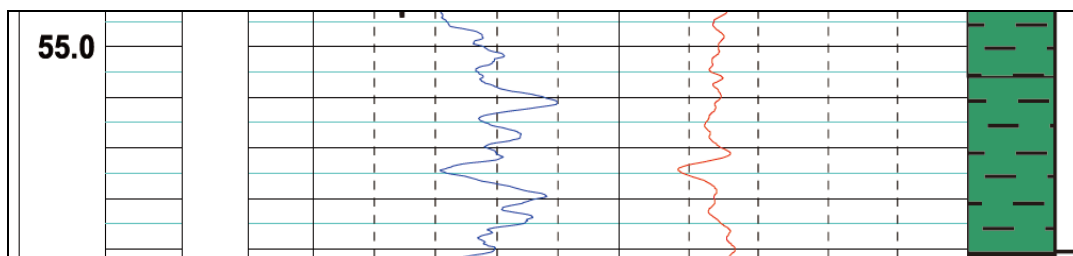
Gambar 6. (A) Penampang C-C', (B) skema sesar (kentucky geological survey)

FASIES

Berdasarkan analisis log didapat litologi batubara, batulempung, batulanau dan batupasir. Penentuan fasies dengan menggunakan metode elektrofasis sehingga didaerah telitian terdiri dari 5 fasies yaitu Fasies Interdistributary Bay, Fasies swamp, fasies channel, fasies levee dan fasies crevasse splay.

a. Fasies *Interdistributary bay*

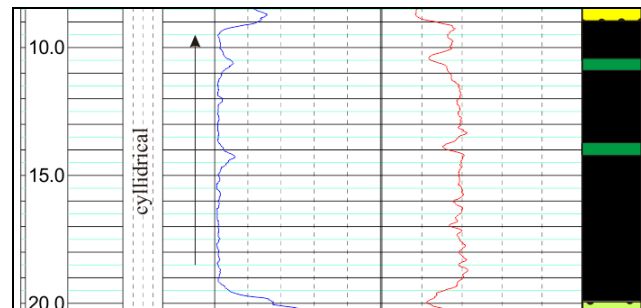
Fasies ini merupakan sedimen yang dihasilkan oleh banjir disebabkan oleh pengaruh luapan material dari *distributary channel*. Terdapat tiga proses dalam pembentukannya dimana dipengaruhi oleh *overbank flooding*, *crevasse splay*, dan *avulsion* (Elliot, 1974). Ciri litologi interdistributary bay adalah batulempung yang diendapkan pada limpah banjir (*flood plain*). Pola elektrofasis batulempung adalah *irregular* (James and Walker, 1992)



Gambar 7. Log batulempung

b. Fasies *Swamp*

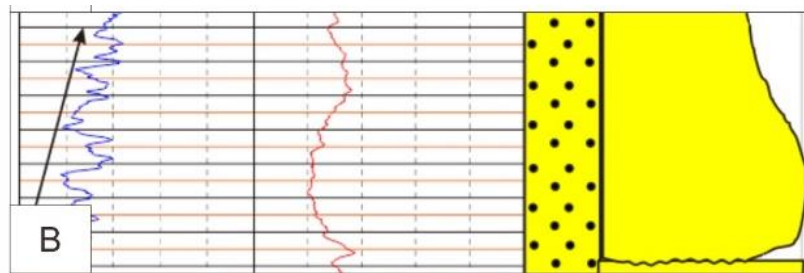
Swamp merupakan sub-lingkungan rawa yang dicirikan dengan pembentukan batubara. Pola elektrofases sub-lingkungan *swamp* adalah *cylindrical* (James and Walker, 1992)



Gambar 8. Log batubara

c. Fasies *Channel*

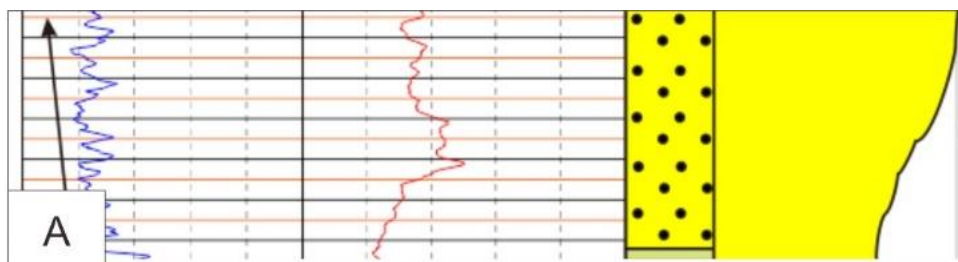
Bentuk pola log menghalus ke atas (*fining upward*) pada batupasir dalam klasifikasi elektrofases James dan Walker (1992) termasuk dalam kategori *bell*. Melalui pendekatan Horne termasuk ke dalam fasies *channel*.



Gambar 9. Log batupasir channel

d. Fasies *Crevasse Splay*

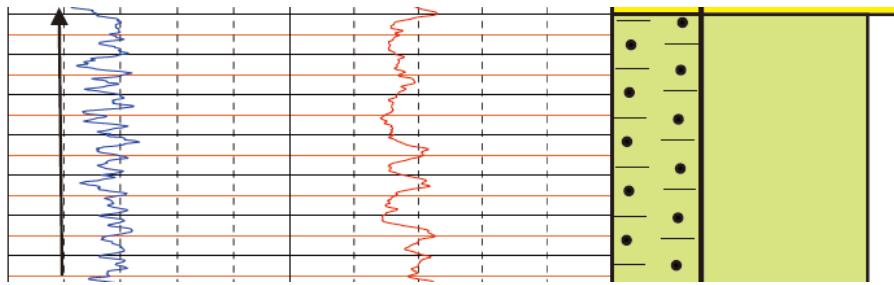
Crevasse splay adalah endapan fluvial sedimen yang terbentuk ketika aliran sungai menjebol tanggul alami (*natural levee*) kemudian terendapkan sedimen di dataran banjir. Litologi pada endapan *crevasse splay* dicirikan dengan batupasir dengan bentuk pola elektrofases funnel yaitu mengkasar ke atas (*coarsening upward*). Pola elektrofases dalam klasifikasi adalah funnel (James and Walker, 1992)



Gambar 10. Log batupasir funnel

e. Fasies *Levee*

Tanggul alam (*natural levee*) terbentuk oleh proses sedimentasi limpahan banjir. Saat air keluar dari *channel* dan mengalir ke dataran banjir. Aliran bagian atas mengangkut material yang halus dengan jarak yang lebih jauh sedangkan material yang lebih kasar diangkut dibagian bawah dengan jarak tidak jauh dari *channel* (Hudson, 2007). Ciri litologi dari fasies levee adalah batulanau. Pola elektrofases levee adalah irregular (James and Walker, 1992)

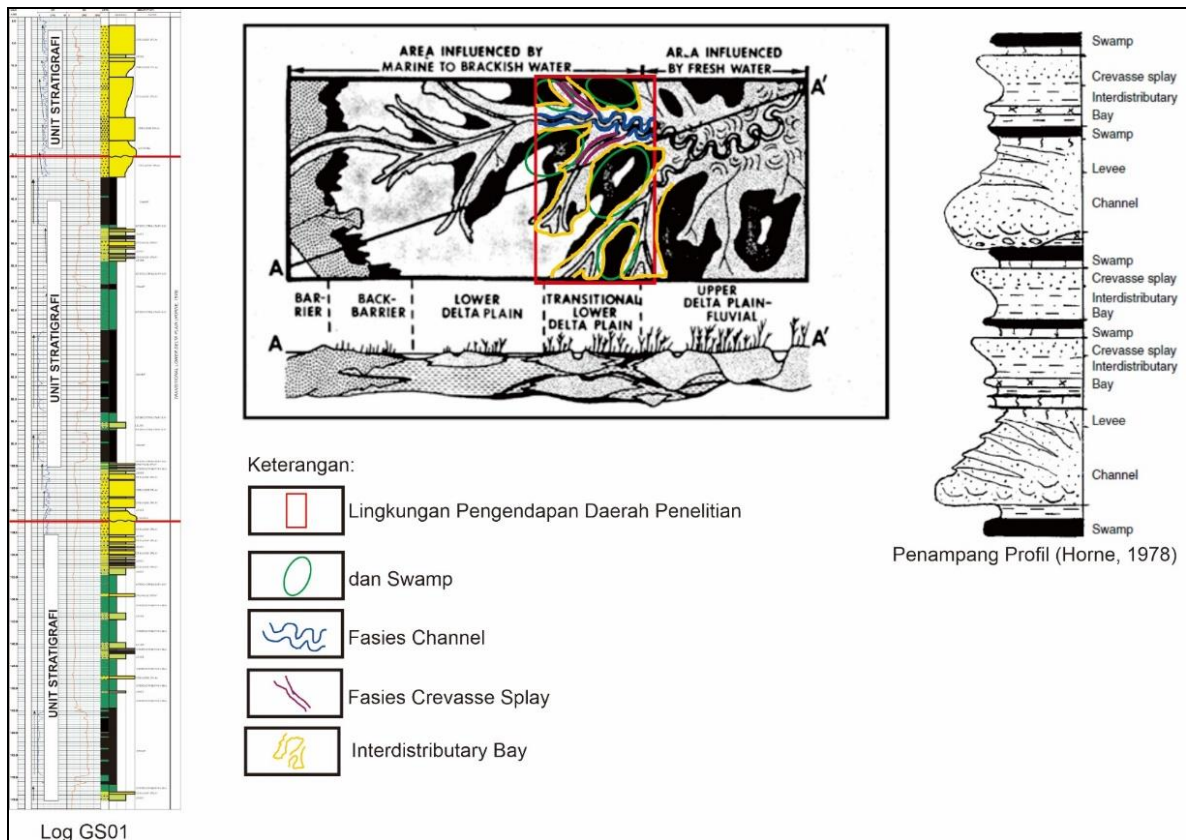


Gambar 11. Log batulanau

Lingkungan Pengendapan

Lingkungan pengendapan di daerah penelitian melalui pendekatan horne (1978) adalah transitional lower delta plain (Gambar 12). Bukti yang menyatakan lingkungan tersebut adalah:

- a. Berdasarkan elektrofasis terdiri dari fasies interdistributary bay, swamp, channel, levee dan crevasse splay.
- b. Berkembangnya fasies crevasse splay
- c. Kondisi batubara yang tebal dan penyebaran yang luas



Gambar 12. Lingkungan pengendapan (Horne, 1978)

PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai kualitas didaerah penelitian dengan data analisa sebagai berikut (Gambar 13) :

HOLENAME	SEAM	RD	TM	IM	VM	FC	ASH	CV	TS	VMAR	FCAR	ASHAR	CVAR	TSAR
GS01	A2	1.26	22.1	10.3	43.4	45	1.3	6570	0.36	37.69	39.08	1.13	5706	0.31
GS01	B1	1.26	22.6	10.5	42.6	45.6	1.3	6580	0.27	36.84	39.44	1.12	5690	0.23
GS01	B2	1.26	22.6	9.1	44.1	43	3.8	6587	0.2	37.55	36.61	3.24	5609	0.17
GS01	C	1.26	20.3	9.2	42.9	44.3	3.6	6457	1.39	37.66	38.88	3.16	5668	1.22
GS02	A1	1.26	17.9	11.9	44.1	42.1	1.9	6273	0.27	41.1	39.23	1.77	5846	0.25
GS02	A2	1.26	17.7	11.1	43.7	42.7	2.5	6368	0.27	40.46	39.53	2.31	5895	0.25
GS02	B1	1.26	19.1	12.2	42.9	41.3	3.6	6276	0.29	39.53	38.05	3.32	5783	0.27
GS02	B2	1.26	18.3	11.3	40.4	45.9	2.4	6358	1.03	37.21	42.28	2.21	5856	0.95
GS02	C	1.26	16.6	12.1	39.3	45.2	3.4	6389	0.73	37.29	42.89	3.23	6062	0.69
GS03	A1	1.26	22	11.4	42.5	43.4	2.7	6335	0.44	37.42	38.21	2.38	5577	0.39
GS03	A2	1.26	20.6	11.3	44.8	42.2	1.7	6509	0.29	40.1	37.78	1.52	5827	0.26
GS03	B1	1.26	25.3	13.6	41.2	42.1	3.1	6112	0.24	35.62	36.4	2.68	5284	0.21
GS03	B2	1.26	23.7	13	43.3	41.3	2.4	6291	1.21	37.97	36.22	2.1	5517	1.06
GS03	C	1.26	22.5	11.7	43.6	41	3.7	6308	2.13	38.27	35.99	3.25	5536	1.87
GS04	A1	1.26	22.2	9.7	41.9	46	2.4	6384	0.86	36.1	39.63	2.07	5500	0.74
GS04	A2	1.26	20.1	9.4	43.4	45	2.2	6452	0.27	38.27	39.69	1.94	5690	0.24
GS04	B1	1.26	22.2	11.3	42	42.3	4.4	6253	0.4	36.84	37.1	3.86	5485	0.35
GS04	B2	1.26	23.9	13.6	40.7	44.4	1.3	6055	0.28	35.85	39.11	1.15	5333	0.25
GS04	C	1.26	22.3	11.3	42.8	44.2	1.7	6526	1.58	37.49	38.72	1.49	5717	1.38
GS05	A1	1.26	24.8	10.5	41.3	45.2	3	6343	0.47	34.7	37.98	2.52	5330	0.39
GS05	A2	1.26	22.2	10.1	40.9	47.1	1.9	6503	0.21	35.4	40.76	1.64	5628	0.18
GS05	B1	1.26	21.5	10	41.9	45.7	2.4	6433	0.2	36.55	39.86	2.09	5611	0.17
GS05	B2	1.26	20.8	10.7	40.2	45.2	3.9	6154	1.04	35.65	40.09	3.46	5458	0.92
GS05	C	1.26	19.6	9.7	40.4	46	3.9	6407	0.9	35.97	40.96	3.47	5705	0.8
GS06	A1	1.26	18.6	12.3	40.1	42.7	4.9	6160	0.44	37.22	39.63	4.55	5717	0.41
GS06	A2	1.26	21.1	12	42.7	43.1	2.2	6497	0.18	38.28	38.64	1.97	5825	0.16
GS06	B1	1.26	20.2	10.9	40.8	43.6	4.7	6411	0.23	36.54	39.05	4.21	5742	0.21
GS06	B2	1.26	21.9	9.8	41.2	43.1	5.9	6325	1.46	35.67	37.32	5.11	5477	1.26
GS06	C	1.26	19.4	9.7	41.6	43.6	5.1	6500	1.3	37.13	38.92	4.55	5802	1.16
GS07	A1	1.26	24.6	12.5	39.6	44.2	3.7	6194	0.39	34.12	38.09	3.19	5337	0.34
GS07	A2	1.26	24.4	11.7	40.8	43.7	3.8	6278	0.16	34.93	37.41	3.25	5375	0.14
GS07	B1	1.26	24.3	11.6	39.8	43.8	4.8	6305	0.22	34.08	37.51	4.11	5399	0.19
GS07	B2	1.26	23.9	11.2	41.5	42.5	4.8	6358	1.14	35.56	36.42	4.11	5449	0.98
GS07	C	1.26	21.8	10.2	41.9	43.8	4.1	6456	0.93	36.49	38.14	3.57	5622	0.81
GS08	A1	1.26	17	10	38.9	45.9	5.2	6400	0.4	35.87	42.33	4.8	5902	0.37
GS08	A2	1.26	19.9	8.9	41.4	45.3	4.4	6593	1.39	36.4	39.83	3.87	5797	1.22

Gambar 13. Hasil analisa oleh PT. Bukit Asam, Tbk.

Peringkat Batubara

Sesuai dengan ketentuan klasifikasi ASTM (1958) yang menggunakan basis data dmmf maka dilakukan konversi dari basis data adb menjadii dmmf. Hasil konversinya adalah (Gambar 14) kemudian didapat peringkat batubara seam A2 adalah high volatile C bituminous coal (Gambar 15).

Class/Group	Fixed Carbon Limits (Dry, Mineral-Matter-Free Basis), %		Volatile Matter Limits (Dry, Mineral-Matter-Free Basis), %		Gross Calorific Value Limits (Moist ^b Mineral-Matter-Free Basis)				Agglomerating Character
	Equal or Greater Than	Less Than	Greater Than	Equal or Less Than	Btu/lb		M/kg ^c		
					Equal or Greater Than	Less Than	Equal or Greater Than	Less Than	
Anthracite:									
Meta-anthracite	98	2	nonagglomerating
Anthracite	92	96	2	8	...	...	...	...
Semi-anthracite ^d	86	92	8	14	...	...	...	...
Bituminous:									
Low volatile bituminous coal	78	86	14	22	commonly agglomerating ^e
Medium volatile bituminous coal	69	78	22	31	...	...	...	...
High volatile A bituminous coal	...	69	31	...	14 000 ^f	...	...	32.6
High volatile B bituminous coal	...	...	...	...	13 000 ^f	14 000	30.2	32.6
High volatile C bituminous coal	...	...	...	...	11 500	13 000	26.7	30.2
Subbituminous:									
Subbituminous A coal	10 500	11 500	24.4	26.7	nonagglomerating
Subbituminous B coal	...	...	...	...	9 500	10 500	22.1	24.4
Subbituminous C coal	...	...	...	...	8 300	9 500	19.3	22.1
Lignite:									
Lignite A	...	...	...	...	6 300 ^g	8 300	14.7	19.3
Lignite B	...	...	...	...	...	6 300	...	14.7

^aThis classification does not apply to certain coals, as discussed in Section 1.
^bMoist refers to coal containing its natural inherent moisture but not including visible water on the surface of the coal.
^cMegajoules per kilogram. To convert British thermal units per pound to megajoules per kilogram, multiply by 0.002 326.
^dIf agglomerating, classify in low volatile group of the bituminous class.
^eIt is recognized that there may be nonagglomerating varieties in these groups of the bituminous class, and that there are notable exceptions in the high volatile C bituminous group.
^fCoals having 69 % or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of gross calorific value.
^gEditorially corrected.

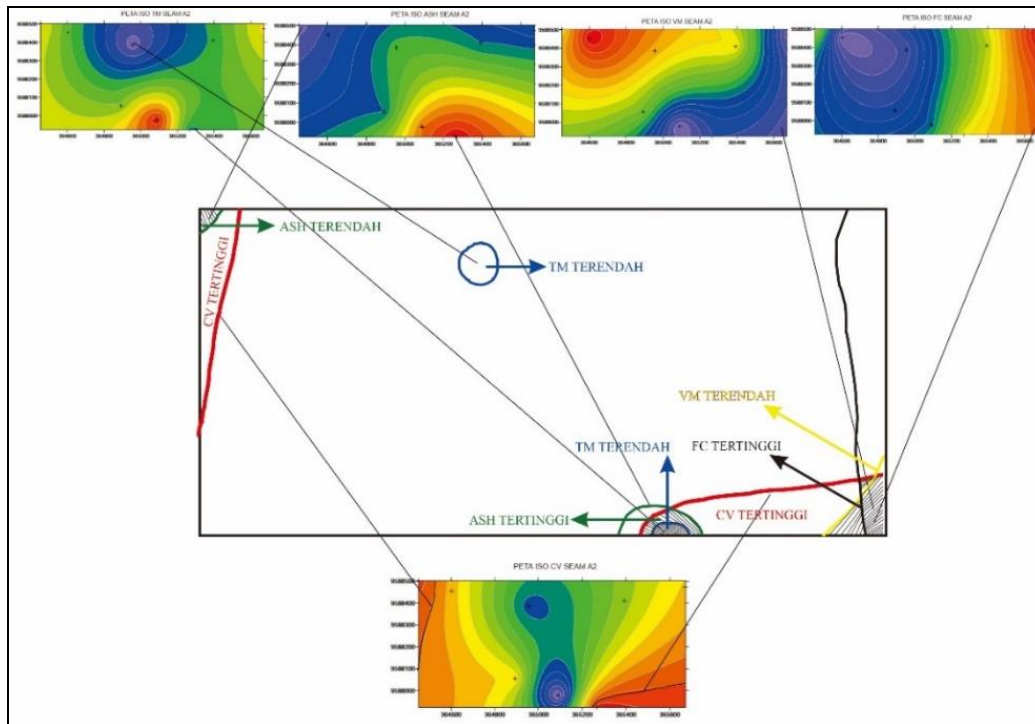
Gambar 144. Klasifikasi ASTM (1958)

Hole	FC	VM	CV	PERINGKAT
GS01	59	41	12075	High volatile C bituminous coal
GS02	54	46	11870	High volatile C bituminous coal
GS03	54	46	12024	High volatile C bituminous coal
GS04	58	42	11986	High volatile C bituminous coal
GS05	62	38	12049	High volatile C bituminous coal
GS06	56	44	12081	High volatile C bituminous coal
GS07	61	39	11886	High volatile C bituminous coal
GS08	60	40	12415	High volatile C bituminous coal

Gambar 155. Hasil konversi adb ke dmmf dan peringkat batubara

Hubungan Calorific Value terhadap parameter analisa proksimat

Gambar 16 merupakan peta overlay dari parameter kualitas batubara didaerah penelitian. *calorific value* disimbolkan dengan warna merah, *total moisture* disimbolkan dengan warna biru, ash disimbolkan dengan warna hijau, volatile matter disimbolkan dengan warna kuning, dan fixed carbon disimbolkan dengan warna hitam. Pada peta overlay nilai *calorific value* tertinggi berada di area tenggara dan area barat laut, nilai *total moisture* terendah berada dibagian utara dan tenggara, nilai ash tertinggi berada di tenggara dan nilai ash terendah berada di bagian barat laut, nilai volatile matter terendah berada dibagian tenggara, nilai fixed carbon tertinggi berada di bagian tenggara. Di area tenggara parameter analisa proksimat bagian yang diarsir terhimpun didalam batas area *calorific value* tertinggi yang berarti bahwa hubungan antara parameter proksimat (*total moisture*, ash, volatile matter dan fixed carbon) terhadap *calorific value* terjadi dalam keadaan normal sehingga formula matematikanya adalah $TM, A, VM, FC \cap CV$ (dibaca : *total moisture*, ash, volatile matter, fixed carbon union calorific value). Sedangkan diarea barat laut terjadi pada parameter proksimat yaitu nilai fixed carbon rendah dan nilai volatile matter tinggi terhadap nilai *calorific value* tinggi maka hubungannya adalah anomali sehingga formula matematika adalah $CV \cap A, TM$ karena nilai fixed carbon dan volatile matter tidak terhimpun dalam batas area *calorific value* di area barat laut (Gambar 16).

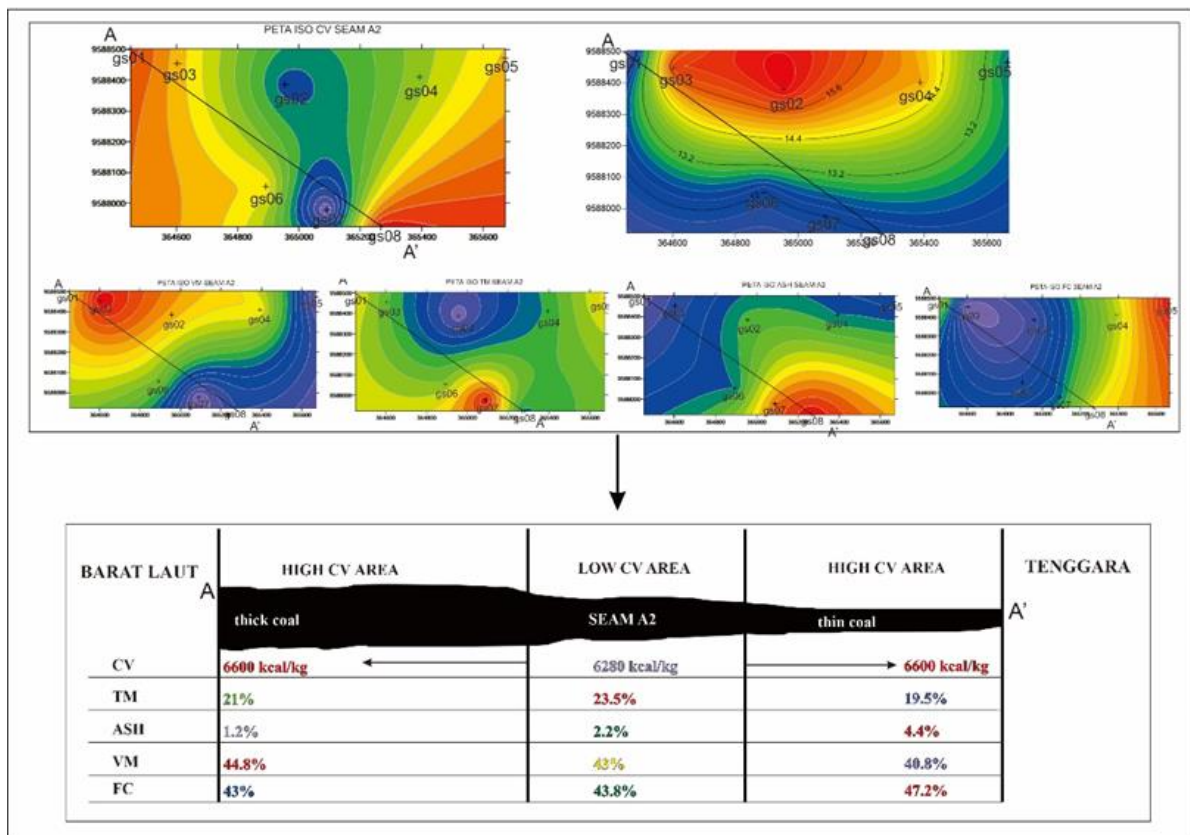


Gambar 16. Peta overlay sebaran kualitas batubara

Penampang Sebaran dan Ketebalan

Wilayah rendah nilai kalori berada di tengah seam A2 dengan nilai kalori terendah adalah 6280 kcal/kg, perkembangan nilai kalori ke arah barat laut dan tenggara mengalami peningkatan dengan nilai kalori tertinggi adalah 6600 kcal/kg. Wilayah rendah nilai kalori berada di tengah seam A2 dengan nilai kalori terendah adalah

6280 kcal/kg, perkembangan nilai kalori ke arah barat laut dan tenggara mengalami peningkatan dengan nilai kalori tertinggi adalah 6600 kcal/kg. *Total moisture* tertinggi berada di tengah seam A2 dengan nilai 24,5%, semakin ke arah barat laut nilai *total moisture* mengalami penurunan hingga 21% begitu pun ke arah tenggara nilai *TOTAL MOISTURE* mengalami penurunan hingga 19,5%. Ash paling rendah berada di bagian barat laut dengan nilai 1,2% sedangkan nilai ash tertinggi berada di bagian tenggara dengan nilai 4,4%. Dibagian tenggara hubungan nilai kalori dengan nilai volatile matter dan fix carbon adalah normal. Nilai kalori mengalami peningkatan dengan nilai 6600 kcal/kg berbanding lurus dengan nilai fix carbon yang mengalami peningkatan juga dengan nilai 47,2% dan berbanding terbalik dengan nilai volatile matter yang mengalami penurunan dengan nilai 40,8%. Anomali terjadi dibagian barat laut dimana nilai kalori mengalami peningkatan dengan nilai kalori tinggi 6600 kcal/kg seharusnya berbanding lurus dengan nilai fix carbon yang mengalami peningkatan juga namun faktanya nilai fix carbon mengalami penurunan dengan nilai 43% dan seharusnya nilai *calorific value* berbanding terbalik dengan nilai volatile matter, namun faktanya nilai volatile matter berbanding lurus dengan nilai *calorific value* yang mengalami peningkatan dengan nilai 44,8% (Gambar 17).



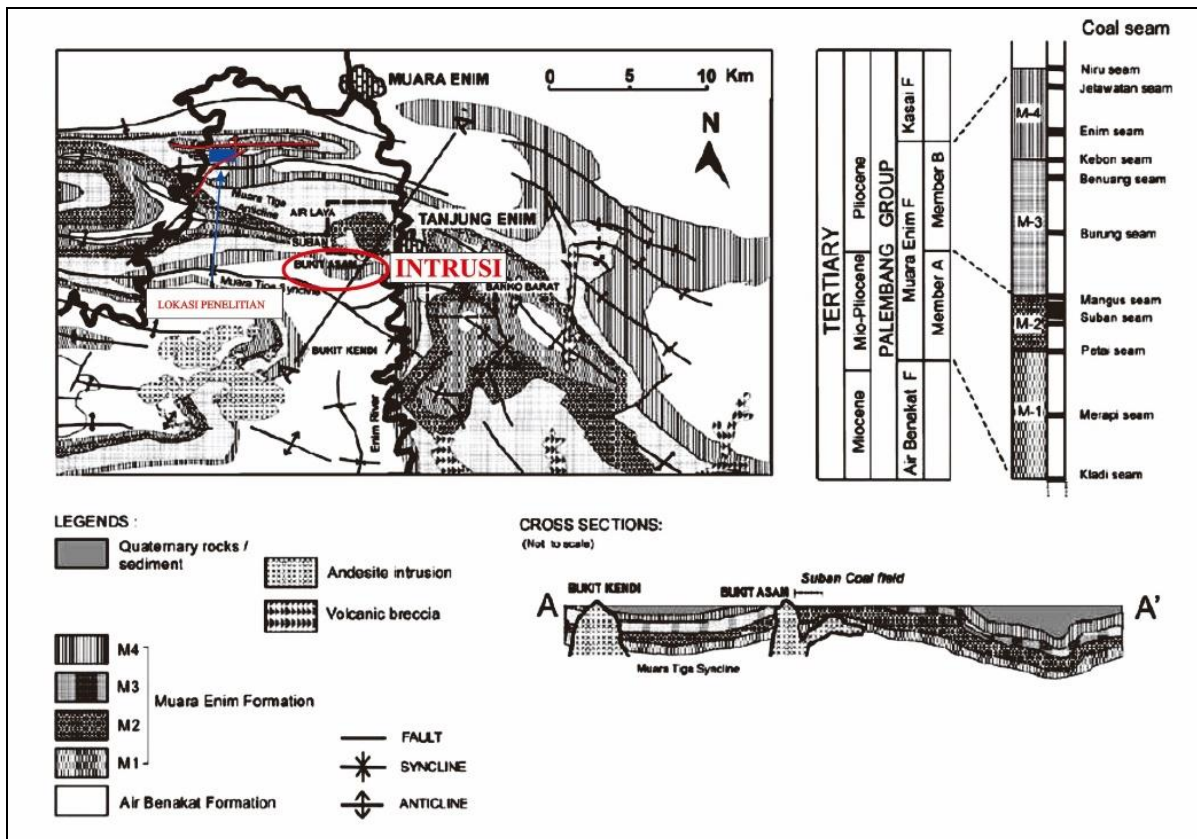
Gambar 17. Penampang ketebalan dan sebaran kualitas batubara

Hubungan Kualitas Batubara Dan Kondisi Geologi

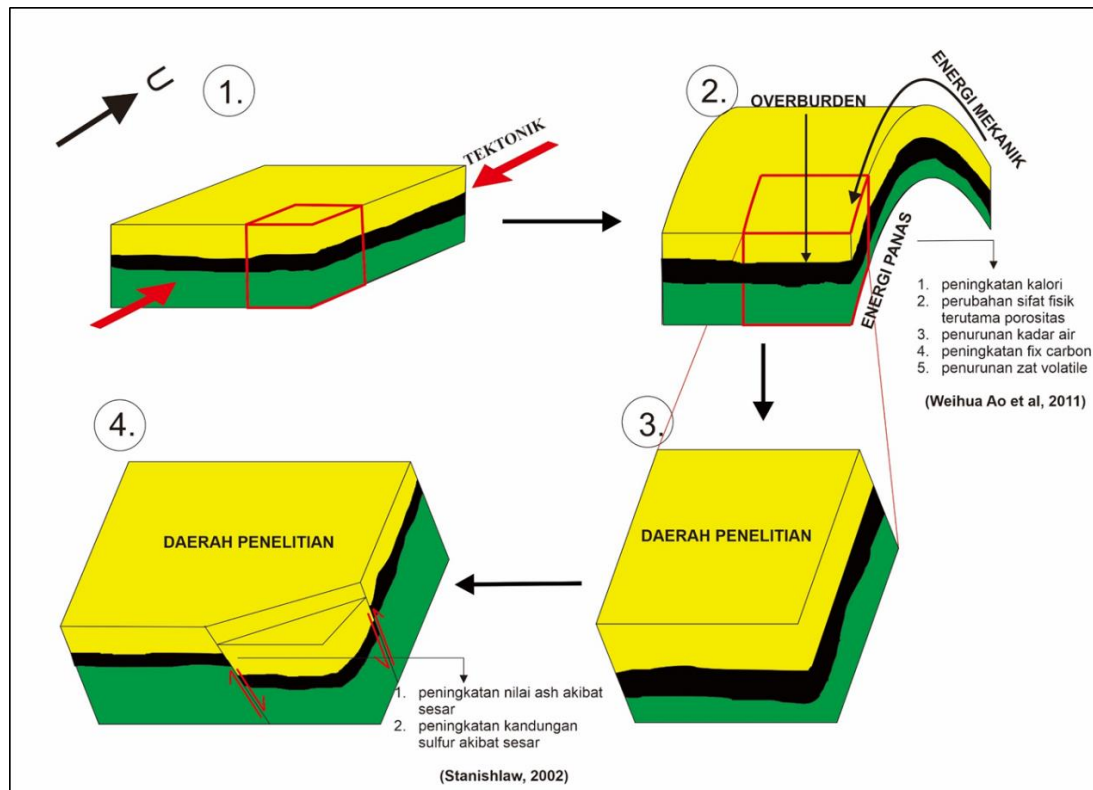
Daerah penelitian dipengaruhi oleh struktur geologi (Gambar 18). Struktur geologi baik sesar maupun lipatan berkembang akibat fase ketiga tektonisme di Sumatera ketika lempeng Samudera Hindia men-subduksi lempeng Eurasia yang mengakibatkan pembentukan lipatan dan sesar didaerah penelitian. Kejadian geologi tersebut ternyata mempengaruhi kualitas batubara pada Formasi Muaraenim. Batubara berperingkat tinggi (bituminus) terkait dengan faktor pressure dan temperature yang berlangsung setelah pengendapan. Sebuah penelitian di china mengemukakan bahwa reaksi kimia dapat ditingkatkan dengan adanya tekanan dan temperature (Weihua Ao et al, 2011). Tekanan tersebut diakibatkan oleh gaya mekanik meliputi tekanan hidrostatis yang disebabkan oleh batuan penutup (overburden) dan tegangan geser yang dihasilkan oleh aktifitas tektonik yang menghasilkan energi mekanik kemudian energi ini dapat diubah menjadi energi panas. Energi panas tersebut dihasilkan oleh kompresi dan deformasi batuan (Weihua Ao et al, 2011).

Sesar dan lipatan menghasilkan panas dan tekanan yang dapat mempengaruhi komposisi pada batubara. Efek terhadap kandungan fluida (*total moisture*) pada batubara berkurang akibat adanya gaya tekan. tekanan

mempengaruhi sifat fisik, terutama porositas dan kadar air dalam batubara peringkat rendah (Teichmuller, 1966). Efek terhadap volatile matter dan fixed carbon adalah menurunkan kandungan volatile yang terdiri dari gas yang mudah menguap pada batubara akibat adanya pengaruh temperature yang tinggi. Struktur molekul pada batubara dimana bahan volatile dan fixed carbon terikat oleh rantai alifatik. Rantai alifatik memiliki sifat yang mudah terlepas apabila dikenai temperature yang tinggi, sehingga pengaruh sesar, lipatan dan intrusi adalah menurunkan bahan volatile dan meningkatkan fixed carbon pada batubara. Kandungan ash didaerah penelitian tergolong rendah karena <5% (grease, 1992). Kandungan ash mengalami peningkatan di area tenggara karena efek dari sesar. Menurut Stanishlaw (2002) batubara pada zona sesar akan mengalami kenaikan ash dan sulfurnya. ilustrasi ini dijelaskan pada gambar (Gambar 19).



Gambar 18. Peta geologi area Tanjung Enim (Bamco, 1983)



Gambar 19. Ilustrasi pengaruh kualitas batubara terhadap kondisi geologi

KESIMPULAN

1. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari 2 satuan batuan yaitu satuan batulempung dibagian bawah dan satuan batupasir dibagian atas. Stratigrafi daerah penelitian termasuk kedalam anggota M2 Formasi Muaraenim berumur Miosen Akhir yang dibuktikan dengan kehadiran batubara seam Mangus terdiri dari seam A1 dan seam A2, batubara seam Suban yang terdiri dari seam B1 dan seam B2, seam Petai yang terdiri dari seam C serta ditemukan adanya seam Suban Marker diantara seam B1 dan seam A2. lingkungan pengendapan didaerah penelitian adalah *transitional lower delta plain*.
2. Anomali dibagian barat laut antara *volatile matter* dan *fixed carbon* terhadap *calorific value* terjadi ketika batubara dibakar dengan suhu tinggi, struktur rantai alifatik yang harusnya terputus namun pada kasus ini rantai alifatik tidak terputus kemungkinan karena terikatnya zat volatile dengan unsur sulfur. Sehingga nilai *volatile matter* tinggi dan *fixed carbon* rendah terhadap nilai kalori.
3. Peringkat batubara didaerah penelitian adalah *bituminous high volatile C bituminous* (klasifikasi ASTM, 1958). Peringkat yang tinggi tersebut dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan yang berasal dari kondisi geologi didaerah penelitian. Faktor geologi yang terlibat adalah lipatan dan sesar akibat tektonik yang menghasilkan tekanan dan panas sehingga mengubah komposisi dan sifat pada batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., Mandala, T. A., Karyanto, K., & Sandri, E. (2019, October). IDENTIFIKASI FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BATUBARA DI AIR LAYA UTARA, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN. In Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Aplikasi (Senitia 2019). Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
- Amijaya, H., Schwarzbauer, J., & Littke, R. (2006). Organic geochemistry of the Lower Suban coal seam, South Sumatra Basin, Indonesia: palaeoecological and thermal metamorphism implications. *Organic Geochemistry*, 37(3), 261-279.
- Argakoesoemah, R. M. I., & Kamal, A. (2004). Ancient Talang Akar deepwater sediments in South Sumatra basin: a new exploration play
- Ao, W., Huang, W., Tang, X., & Chen, P. (2011). Coal quality characteristics and distribution regularity in depth of Wangfenggang minefield, Huainan mining area. *Procedia Earth and Planetary Science*, 3, 123-130.
- Bayu, A. (2015). Geologi Dan Geometri Batubara Seam A, Seam B, Dan Seam C, Daerah Keya Dan Sekitarnya, Kecamatan Damai, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGEA*, 2(1).

- Ćmiel, S. R. (2002). Selected parameters of coal quality in fault zones of the Upper Silesian Coal Basin (Poland). *Polish Geological Institute Special Papers*, 7, 51-62.
- Elliott, T. (1974). Interdistributary bay sequences and their genesis. *Sedimentology*, 21(4), 611-622.
- Glad, A. C., Willumsen, M. E., Boldreel, L. O., & Clemmensen, L. B. (2018). Meandering river deposits in sediment cores, the Middle Jurassic Alma Field, Southern Danish Central Graben. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 66, 189-209.
- Hasibuan, A. R., Juniarto, R., Gani, R. M. G., Muslim, D., & Satrio, M. D. (2020). PEMODELAN GEOLOGI DAN ESTIMASI SUMBER DAYA BATUBARA DI PIT “HMG”, TAMBANG BATUBARA BANKO BARAT, SUMATRA SELATAN. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 15(3), 170-182.
- Horne, J. C., Ferm, J. C., Caruccio, F. T., & Baganz, B. P. (1978). Depositional models in coal exploration and mine planning in Appalachian region. *AAPG bulletin*, 62(12), 2379-2411.
- Hubbard, S. M., Smith, D. G., Nielsen, H., Leckie, D. A., Fustic, M., Spencer, R. J., & Bloom, L. (2011). Seismic geomorphology and sedimentology of a tidally influenced river deposit, Lower Cretaceous Athabasca oil sands, Alberta, Canada. *AAPG bulletin*, 95(7), 1123-1145.
- Listyani, T. L. R. (2019). Criticise of Van Zuidam Classification: A Purpose of Landform Unit. *ReTII*, 332-337.
- Nalendra, S., & Nasution, F. P. (2017). Characterization of Coal Quality Based On Ash Content From M2 Coal-Seam Group, Muaraenim Formation, South Sumatra Basin. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(3), 203-209.
- Nelson, W. J. (1981). Faults and their effect on coal mining in Illinois. Circular no. 523.
- PT. Geoservice, Ltd. Geologi Batubara. Tidak dipublikasikan
- Pulunggono, A. (1992). Pre-Tertiary and Tertiary faults system as framework of the South Sumatra Basins: A Study of SAR (Synthetic Aperture Radar) maps. 21th Annual Indo. Petrol. Conv. Proc., 1339-360.
- SANTOSO, B., & DAULAY, B. (2006). Coalification trend in South Sumatera Basin. *Indonesian Mining Journal*, 9(3), 9-21.
- Santoso, B. (2015). Petrologi BatuBara Sumatra dan Kalimantan: Jenis, Peringkat, dan Aplikasi.
- Schweinfurth, S. P. (2009). An introduction to coal quality. *The National Coal Resource Assessment Overview: US Geological Survey Professional Paper*.
- Setiawan, A., & Nasrudin, D. (2019). Pemodelan Geologi Endapan Batubara di Daerah Desa Bentayan, Tungkal Ilir, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.
- Thomas, L. J., & Thomas, L. P. (2002). *Coal geology*. John Wiley & Sons.
- Walker G.R., and James N.P., (1992). *Facies Models “Response to sea level change”*. Canada. Geological Assosiation of Canada. ISBN 0-91 921 6-49-8

