

Karakteristik batubara di Cekungan Bengkulu

RACHMAT HERYANTO dan SUYOKO

Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro No. 57, Bandung

SARI

Cekungan Bengkulu dikenal sebagai cekungan busur muka yang berlokasi di bagian barat daya Pulau Sumatera. Cekungan Bengkulu ditempati oleh batuan silisiklastik, batubara, dan karbonat berumur Oligosen – Miosen. Batubara yang merupakan salah satu energi alternatif sebagai pengganti hidrokarbon, dijumpai dalam batuan sedimen Formasi Lemau yang berumur Miosen Tengah sampai Akhir, seperti yang teramati di daerah Ketaun, Bengkulu, dan Seluma. Ketebalan lapisan batubara di daerah Ketaun berkisar antara 50 sampai 200 cm, sedangkan di daerah Bengkulu berkisar antara 100 - 350 cm, dan di daerah Seluma dapat mencapai 450 cm.

Secara megaskopik lapisan batubara di daerah Ketaun berwarna hitam agak kusam (*dull – dull banded*) dengan gores warna hitam kecoklatan, sementara itu lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma menunjukkan warna hitam mengkilap (*bright banded*) dengan gores warna hitam. Lapisan batubara di daerah Ketaun mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) antara 0,41 - 0,49%, sedangkan lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) batubara berkisar antara 0,44 - 1,12%. Tingginya reflektan vitrinit pada batubara daerah Bengkulu dan Seluma diduga akibat pengaruh terobosan sill andesit.

Secara umum, lapisan batubara di daerah Ketaun terbentuk di lingkungan yang relatif lebih ke arah laut atau *limited influx clastic marsh* atau *lower delta plain*, dengan kerapatan pepohonan yang berkurang. Sebaliknya lapisan batubara daerah Bengkulu dan Seluma, secara umum relatif lebih ke arah darat atau *telmatic* atau *upper delta plain* atau *wet forest swamp* dengan kerapatan pepohonan bertambah.

Kata kunci: Batubara, vitrinit, Formasi Lemau, Cekungan Bengkulu

ABSTRACT

Bengkulu Basin is known as a fore arc basin, which located in the southwestern part of Sumatera Island. Bengkulu Basin is occupied by Oligo-Miocene siliciclastic, coal, and carbonate sediments. Coal, one of alternative energies which can substitute hydrocarbon, is found within the sedimentary rocks of the Middle to Upper Miocene Lemau Formation as observed in Ketaun, Bengkulu, and Seluma areas. The thickness of the coal seams in the Ketaun area ranges from 100 to 200 cm, whereas in the Bengkulu area it varies between 100 to 350 cm, and in Seluma area up to 450 cm.

Megascopically, coal seams in the Ketaun area are black in colour, dull to dull banded, with brownish black in streak, whereas in the Bengkulu and Seluma areas show a black colour, bright banded, and black streak. The mean of vitrinite reflectant value (Rv) of coal seam in the Ketaun area ranges from 0.41 to 0.49%, whereas in the Bengkulu and Seluma area it varies from 0.44 to 1.12%. The higher vitrinite reflectance of the Bengkulu and Seluma coals is probably due to the influence of andesitic sill intrusion.

In general, the coal in the Ketaun area was deposited in an environment of relatively more to marine direction or limited influx clastic marsh or lower delta plain, where the tree density decreased. However, the coal in the Bengkulu and Seluma areas occurred in an environment which was relatively more to land direction or telmatic, or upper delta plain or wet forest swamp, where the tree density increased.

Keywords: Coal, vitrinite, Lemau Formation, Bengkulu Basin

PENDAHULUAN

Cekungan Bengkulu merupakan salah satu cekungan batuan sedimen Tersier di Pulau Sumatera yang termasuk ke dalam cekungan busur muka (Gambar 1). Pada saat ini, produksi minyak bumi mulai berkurang, sehingga eksplorasi batubara di bumi Indonesia mulai dilakukan sebagai energi alternatif.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian sumber daya minyak bumi di Cekungan Bengkulu, Provinsi Bengkulu yang merupakan salah satu kegiatan penelitian di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi) tahun 2005. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik batubara di Cekungan Bengkulu. Penelitian dilakukan di daerah Ketaun yaitu di hulu Sungai Sebayur dan daerah Tanjungdalam. Di daerah sekitar Bengkulu yaitu di daerah Tabapenanjung (PT Danau Mas Hitam & PT Bukit Sunur), dan di daerah Seluma yaitu di area pertambangan batubara PT Bukit Bara Utama dan

PT Bukit Indah Lestari.

Penelitian lapangan dilaksanakan dengan metode penampang terperinci dan terukur, serta pengamatan terperinci, yang difokuskan pada sejumlah horizon pembawa batubara. Penelitian laboratorium yang terdiri atas petrologi organik, dilakukan selain untuk mengetahui kandungan material organik, juga untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik batubara, serta maseral penyusunnya. Perhitungan maseral dalam petrografi organik, mempergunakan alat penghitung titik (*point counter*) dengan jumlah 500 pengukuran, kemudian dihitung persentasi setiap maseral seperti yang tersaji dalam Tabel 1. Pengukuran reflektan vitrinit setiap percontoh batubara dilakukan sebanyak lima puluh pengukuran, kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Hasil analisis petrografi organik (Tabel 1) direkalkulasi menjadi GI (*Gelification Index*), TPI (*Tissue Preservation Index*), T (telovitrinit: telinit + telokolinit), F (fusinit + semifusinit), dan D (*dispersed organic mater*: inertodetrinit + sporinit + alginite), yang tersaji dalam Tabel 2. GI adalah vitrinit/



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Provinsi Bengkulu, Sumatera.

Tabel 1. Analisis Maseral Percontoh Batubara Daerah Bengkulu

No. Percontoh	(%)													Lokasi								
	Maseral						Mineral						Rv									
No.	Tl	Dt	Gl	V	Re	Al	E	F	Sf	Sc	Idt	I	Cl	PyF	Py	Carb	MM	Min	Max	Mean		
1.	05RH50-I	56,6	30,2	2,0	88,8	1,0	0	1,0	0,0	3,4	1,4	1,4	6,2	1,0	0,0	3,0	0,0	4,0	0,37	0,48	0,44	Bkl
2.	05RH51B	82,2	16,2	0,0	98,4	1,0	0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,68	1,32	0,96	Bkl
3.	05RH52B	85,2	12,2	0,0	97,4	0,6	0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,2	0,0	2,0	0,48	1,12	0,78	Bkl
4.	05RH53B	72,2	20,0	0,0	92,2	0,6	0	0,6	0,4	3,8	1,0	1,6	6,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,56	1,08	0,76	Bkl
5.	05RH70	38,6	46,4	1,4	86,4	2,0	1,2	3,2	0	1,6	3,6	2,4	7,6	1,2	0,0	1,0	0,6	2,8	0,35	0,46	0,41	Ktn
6.	05RH75B	65,0	22,0	2,0	89,0	1,4	0	1,4	-	2,2	3,4	2,0	7,6	0,6	-	1,4	-	2,0	0,42	0,58	0,48	Ktn
7.	05RH80	45,0	38,2	3,6	86,8	1,4	0	1,4	0	2,0	4,4	2,6	9,0	2,4	0,0	0,4	0,0	2,8	0,44	0,54	0,49	Ktn
8.	05RH82	68,6	20,0	1,0	89,6	4,6	0	4,6	-	0,6	1,4	2,0	4,0	-	-	1,6	-	1,6	0,34	0,52	0,44	Ktn
9.	05RH86A	57,0	19,2	1,0	77,2	0,4	0	0,4	1,0	12,4	2,4	3,4	19,2	-	1,8	1,8	-	3,6	0,39	0,54	0,45	Ktn
10.	05RH101B	48,8	35,6	3,0	87,4	1,4	0	1,4	-	2,6	4,6	1,6	8,8	-	2,4	-	2,4	2,4	0,40	0,62	0,50	Slm
11.	05RH102B	59,0	35,6	2,6	97,2	-	0	-	-	0,4	1,6	-	2,0	0,2	-	0,6	-	0,8	0,54	0,78	0,67	Slm
12.	05RH104A	78,2	17,0	-	95,2	0,4	0	0,4	-	1,0	2,6	-	3,6	-	-	0,8	-	0,8	0,78	0,92	0,86	Slm
13.	05RH107A	71,0	27,4	1,0	99,0	-	0	-	-	-	0,4	-	0,4	-	-	0,6	-	0,6	0,98	1,20	1,12	Slm

Keterangan:

Tl : telokolinit Re : resin Sc : sklerotinit Cl : clay (tempung) Rv : reflektan vitrinit
Dt : detrovitrinit (+ desmokolinit) E : eksinit Idt : inertodinit Py : pirit Min : minimum
Gl : gelokolinit (+ copocolinit) F : fusinit I : inertinit Carb : karbonat Max : maximum
V : vitrinit SF : semifusinit Al : alginit MM : mineral matter Mean : rata-rata (average)
Bkl : Bengkulu Ktn : Ketaun Slm : Seluma

Tabel 2. Rekalkulasi *Gelification Index* (GI), *Tissue Preservation Index* (TPI), dan Diagram Segitiga TFD

No.	No. Percontoh	GI	TPI	T	F	D	Lokasi
1.	05RH50-I	14,32	1,71	92,18	5,54	2,28	Bengkulu
2.	05RH51B	-	5,07	100	0	0	
3.	05RH52B	-	6,98	100	0	0	
4.	05RH53B	14,40	3,36	92,56	5,38	2,06	
5.	05RH70	11,67	0,74	88,13	3,65	8,22	Ketahun
6.	05RH 75B	11,7	2,28	93,93	3,18	2,89	
7.	05RH80	9,64	0,96	90,72	4,03	5,25	
8.	05RH 82	22,4	2,83	96,35	0,84	2,81	
9.	05RH 86A	4,24	2,67	77,23	18,16	4,61	
10.	05RH101B	9,93	1,15	92,07	4,91	3,02	Seluma
11.	05RH102B	48,6	1,49	99,18	0,82	0	
12.	05RH104A	26,44	4,04	98,73	1,27	0	
13.	05RH107A	247,5	2,46	100	0	0	

GI = vitrinit / semifusinit + inertodetrinit + sklerotinit

TPI = Telovitrinit + Semifusinit / detrovitrinit + gelovitrinit + inertodetrinit + Sklerotinit

T = telinit + telocolinit F = fusinit + semifusinit D = Inertodetrinit + sporinit + alginit

semifusinit + inertodetrinit + skleronit, sementara itu TPI adalah telovitrinit + semifusinit/detrovitrinit + gelovitrinit + inertodetrinit + sklerotinit.

Diagram segitiga fasies DTF (Diessel, 1982) dan diagram GI versus TPI (Diessel, 1986 dan Lamber-son dr., 1991) dibuat untuk mengetahui lingkungan pengendapan batubara Cekungan Bengkulu yang merupakan tujuan penelitian ini, di samping karakteristik batubara.

Geologi Cekungan Bengkulu telah banyak di- publikasikan oleh penulis-penulis terdahulu, antara lain Gafoer dr. (1992), Amin dr. (1994), Yulihanto dr. (1995), Guntoro dan Djajadiharja (2005), dan Heryanto (2005, 2006a,b dan 2007a,b)

GEOLOGI REGIONAL

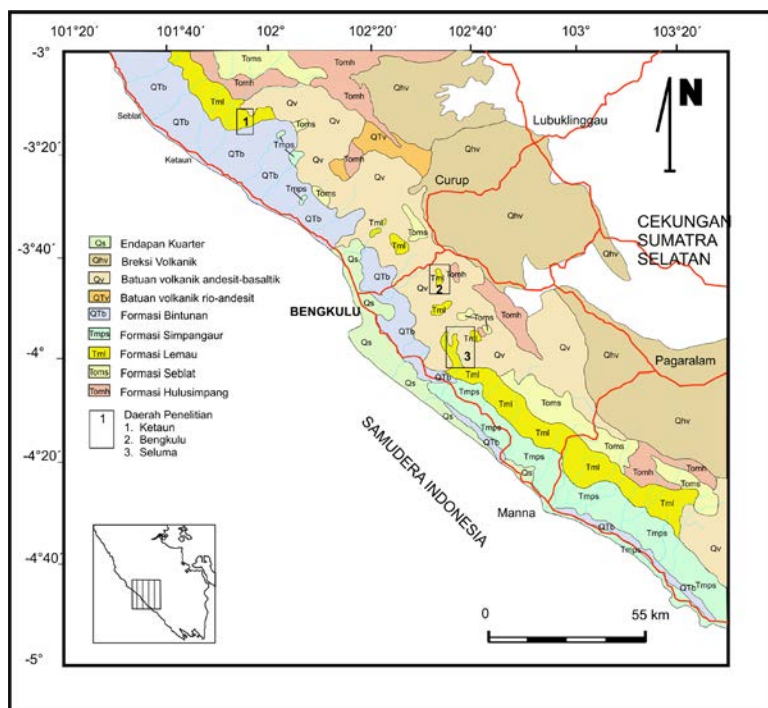
Lajur Barisan (Formasi Hulusimpang, batuan terobosan dalam, Formasi Bal, Formasi Ranau, dan batuan gunung api) dan Lajur Bengkulu (Formasi Seblat, Lemau, Simpangaur, dan Bintunan, serta satuan batuan gunung api Kuartar) merupakan kelompok batuan yang menempati daerah Bengkulu. Penyebaran batuan dan kolom stratigrafi Cekungan Bengkulu tersaji dalam Gambar 2 dan 3.

Formasi Hulusimpang (lava, breksi gunung api, dan tuf) yang berumur Oligosen-Miosen Awal

merupakan batuan tertua yang tersingkap di daerah Bengkulu. Bagian atas formasi ini menjemari dengan bagian bawah Formasi Seblat (perselingan batulempung, batulempung gampingan, batulanau dengan sisipan batupasir, dan konglomerat) yang berumur Miosen Awal sampai Tengah. Batuan terobosan dalam (granit dan diorit) yang berumur Miosen Tengah menerobos Formasi Hulusimpang dan Formasi Seblat (Gafoer dr., 1992; dan Amin dr., 1994).

Formasi Lemau (batulempung, batulempung gampingan, batubara, batupasir, dan konglomerat) yang berumur Miosen Tengah - Akhir menindih secara tak selaras Formasi Seblat (Yulihanto dr., 1995). Kemudian Formasi Lemau tertindih secara tak selaras oleh Formasi Simpangaur (batupasir konglomeratan, batupasir, batulumpur mengandung cangkang moluska, dan batupasir tufan) berumur Miosen Akhir – Pliosen, dan terendapkan di daerah transisi.

Formasi Bintunan (batuan tufan, konglomerat polimik, tuf, dan batulempung tufan dengan sisipan lignit, dan sisa tumbuhan) berumur Plio-Plistosen, yang terendapkan di lingkungan air tawar sampai payau dan setempat laut dangkal, menindih tak selaras Formasi Simpangaur (Gafoer dr., 1992), sedangkan menurut Yulihanto dr. (1995; Gambar 3) bagian bawah Formasi Bintunan tersebut menjemari



Gambar 2. Peta geologi Cekungan Bengkulu (penyederhanaan dari Gafoer dr., 1992).

UMUR		BENGKULU		LINGKUNGAN	PROSES STRUKTUR
N ZONE	UNIT STRATIGRAFIS	LEPAS PANTAI	DARATAN		
1.9	N.23 N.22	EBURNA	BINTUNAN	KONTINENTAL - TRANSISI	INVERSI CEKUNGAN
	N.21 N.20 N.19 N.18		SIMPANG AUR		
5	N.17 N.16 N.15 N.14 N.13 N.12 N.11	MUARA ENIM	LEMAU	TRANSISI - LAUT DANGKAL	TENSIONAL
	N.10 N.9 N.8 N.7 N.6 N.5 N.4 N.3	AIR BENAKAT	SEBLAT		
14	N.11 N.10 N.9 N.8 N.7 N.6 N.5 N.4 N.3	GUMAI	SEBLAT	LAUT DANGKAL - DALAM	PENURUNAN CEKUNGAN
	N.3	TALANG AKAR	HULUSIMPANG		
27.5	N.3	TALANG AKAR	HULUSIMPANG	TRANSISI - KONTINENTAL	TENSIONAL
	P.19 P.18 P.17 P.16 P.15 P.14 P.13 P.7 P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?		
30	P.19 P.18 P.17 P.16 P.15 P.14 P.13 P.7 P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?	FLUVIAL - LAKUSTRINE	SYSTEM GRABEN TENSIONAL PALEOGEN
	P.1	BATUAN DASAR ?	BATUAN DASAR ?		
37.5	P.19 P.18 P.17 P.16 P.15 P.14 P.13 P.7 P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?	FLUVIAL - LAKUSTRINE	SYSTEM GRABEN TENSIONAL PALEOGEN
43	P.14 P.13 P.7 P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?		
49	P.13 P.7 P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?	FLUVIAL - LAKUSTRINE	SYSTEM GRABEN TENSIONAL PALEOGEN
53.5	P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?		
65	P.6 P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?	FLUVIAL - LAKUSTRINE	SYSTEM GRABEN TENSIONAL PALEOGEN
144	P.1	SETARA LAHAT	BATUAN DASAR ?		

Gambar 3. Korelasi stratigrafi daerah lepas pantai dan darat di Cekungan Bengkulu (modifikasi dari Yulihanto dr., 1995).

dengan bagian atas Formasi Simpangaur. Formasi Bintunan setara dengan Formasi Ranau yang tersingkap di Lembar Manna (Amin drr., 1994), terdiri atas breksi gunung api berbatuapung dan tuf riolitik-andesitik. Breksi gunung api tampak berwarna kekuningan, lunak, tidak berlapis, berkomponen kepingan batuapung dan lava andesit-basal di dalam matriks tuf pasiran (Amin drr., 1994). Kemudian satuan batuan yang termuda adalah aluvium yang terdiri atas bongkah, kerakal, pasir, lanau, lumpur, dan lempung.

BATUBARA

Lapisan batubara di Cekungan Bengkulu dijumpai dalam Formasi Lemau. Formasi Lemau terdiri atas batulempung, batulempung gampingan, batubara, batupasir, dan konglomerat, berumur Miosen Tengah – Atas, dan terendapkan di daerah transisi sampai laut dangkal. Formasi Lemau tersingkap baik mulai dari daerah utara di daerah Ketaun sampai dengan daerah Manna. Lapisan batubara teramati di daerah Ketaun, Bengkulu, dan Seluma (Gambar 2). Hasil analisis petrografi organik dari batubara di daerah Bengkulu tersaji dalam Tabel 1.

Daerah Ketaun

Lapisan batubara di daerah Ketaun teramati di daerah Sungai Sebayur dan Tanjungdalam. Di daerah ini bagian atas Formasi Lemau terdiri atas perselingan batupasir, batulempung, dan batubara. Runtunan batuan sedimen di daerah Sebayur ini terlihat dari inti bor (*core*) Titik Bor CMBH 31 dengan kedalaman 81 m (Gambar 4). Tiga lapisan batubara (lapisan A, B, dan C; Gambar 4 dan 5) dijumpai dalam bagian atas Formasi Lemau di daerah ini.

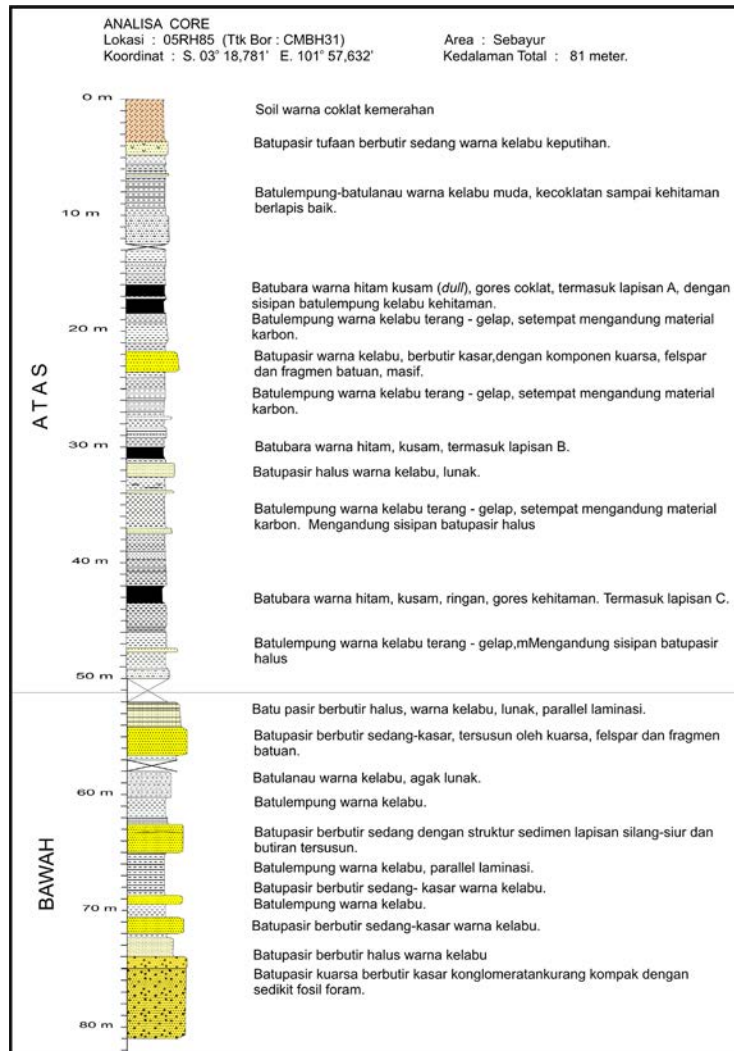
Ketebalan lapisan batubara di daerah Ketaun berkisar antara 50 sampai 200 cm, dengan sifat fisik warna hitam, kusam (*dull-dull banded*), gores coklat kehitaman, ringan. Secara petrografi organik contoh batubara di daerah ini tersusun atas kelompok maseral vitrinit (72,2 - 89,6%) yang terdiri atas telokolinit (38,6 - 68,6%), detrovitrinit + desmokolinit (19,2 - 46,4%), dan gelokolinit + korpokolinit (1,0 - 3,6%). Kandungan maseral eksinit berkisar antara 0,4 sampai 2,0% yang seluruhnya terdiri atas resinit, sedangkan kandungan maseral inertinit ada-

lah 4,6 - 19,2%, yang terdiri atas fusinit (0 - 3,2%), semifusinit (0,6 - 12,4%), sklerotinit (1,4 - 3,6%), dan inertodetrinit (2,0 - 3,4%). Adapun material mineral yang dijumpai dalam batubara di daerah ini adalah mineral lempung (0 - 2,4%), pirit framboid (0 - 1,8%), pirit normal (0,4 - 1,8%), dan mineral karbonat (0 - 0,6%). Nilai reflektan vitrinit rata-rata (R_v) berkisar antara 0,41 dan 0,49%, dengan nilai reflektan minimum 0,35 - 0,44% dan nilai reflektan maksimum 0,46 - 0,54% (Tabel 1).

Runtunan batuan sedimen pembawa batubara di daerah Ketaun tersaji dalam Gambar 4. Dijumpainya lapisan batupasir dalam runtunan ini menunjukkan lingkungan pengendapan runtunan ini dipengaruhi oleh saluran. Adanya fosil foram pada batupasir menunjukkan saluran tersebut terletak dalam lingkungan laut atau pengaruh lingkungan laut. Dijumpainya sedimen klastika halus dengan struktur sedimen laminasi sejajar menunjukkan lingkungan dataran banjir atau pasang surut ikut mempengaruhi lingkungan pengendapan bagian bawah runtunan sedimen pembawa batubara. Adanya kandungan mineral pirit framboidal dan karbonat pada lapisan batubara (Tabel 1), menunjukkan adanya pengaruh lingkungan laut pada waktu pembentukan batubara. Data tersebut menunjukkan bahwa lingkungan yang cocok untuk pengendapan sedimen pembawa batubara adalah lingkungan deltaik.

Daerah Bengkulu

Lapisan batubara di daerah Bengkulu teramati di daerah Tabapenanjung yaitu di daerah penambangan batubara PT Danau Mas Hitam. Secara umum runtunan batuan sedimen pembawa batubara di daerah ini terdiri atas Satuan Batupasir dengan sisipan batulempung dan batubara di bagian bawah dan Satuan Batulempung dengan sisipan batupasir dan batubara di bagian atas. Di beberapa tempat dijumpai sill andesit. Secara umum, lapisan batubara yang dijumpai di daerah ini ada tiga lapisan, lapisan pertama di atas *sill* andesit dengan ketebalan batubara 3,5 m. Lapisan kedua dan ketiga di bawah *sill* andesit, dengan ketebalan *sill* berkisar antara 6 sampai 41 m, sedangkan lapisan batubara berkisar antara 1 - 3,5 m. Runtunan batuan sedimen pembawa batubara yang tidak terpengaruh oleh *sill* andesit tersaji dalam Gambar 6, sedangkan runtunan yang terpengaruh oleh *sill* andesit dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gambar 4. Kolom stratigrafi inti bor di daerah Sebayur, Ketaun.

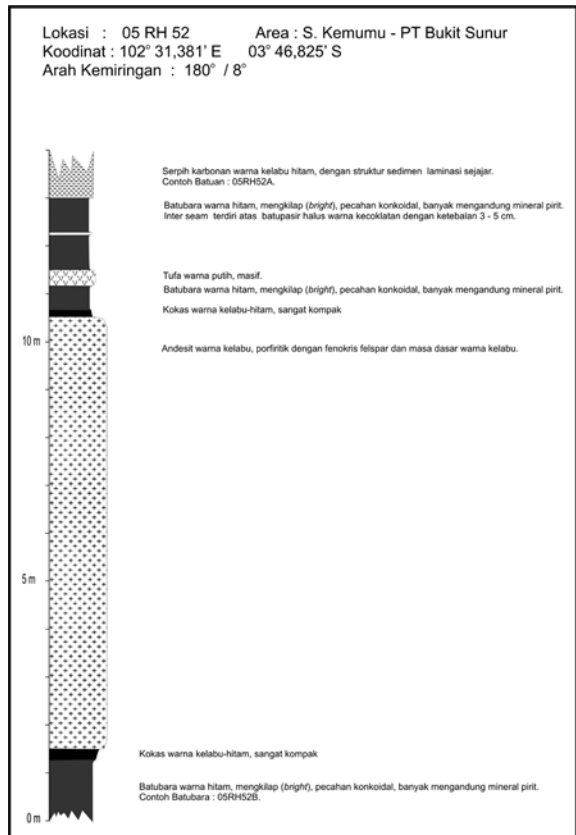
Penampakan fisik dari lapisan batubara di daerah ini adalah warna hitam, mengkilap (*bright-bright banded*), gores warna hitam, ringan, dan pecahan konkoidal. Penampakan di lapangan batubara yang tidak terpengaruh oleh *sill* andesit adalah seperti terlihat dalam Gambar 8, sedangkan batubara yang terpengaruh oleh *sill* andesit akan menghasilkan kokas dan berstruktur meniang pada bagian kontakannya (Gambar 9). Di beberapa tempat dijumpai ada resin dengan diameter fragmen 1-3 cm (Gambar 10)

Secara mikroskopis, batubara di daerah Bengkulu tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (88,8

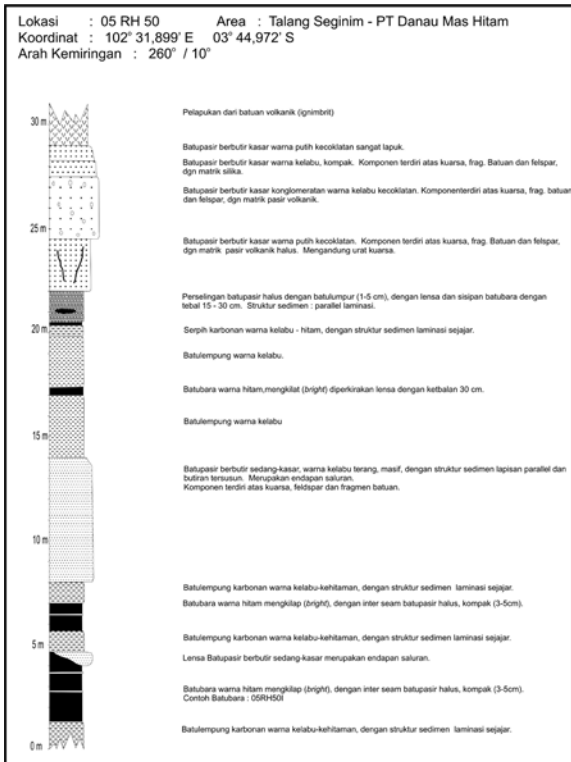
- 98,4%), terdiri atas telokolinit (56,6 - 85,2%), detrovitrinit + desmokolinit (12,2 - 30,2%), dan : gelokolinit + korpokolinit (0 - 2,0%). Sementara itu kandungan maseral eksinit berkisar antara 0,6 sampai 1,0% yang seluruhnya terdiri atas resin. Selanjutnya kandungan maseral inertinit adalah 0 - 6,8%, yang terdiri atas fusinit (0 - 0,4%), semifusinit (0 - 3,8%), sklerotinit (0 - 1,4%), dan inertodetrinit (0 - 1,6%). Adapun material mineral yang dijumpai dalam batubara di daerah ini adalah mineral lempung (0 - 1,0%) dan pirit normal (0 - 3,0%). Nilai reflektan vitrinit rata-rata (R_v) berkisar antara 0,44 dan 0,96 %, dengan nilai reflektan minimum 0,37 -



Gambar 5. Foto singkapan batubara Formasi Lemau, pada lokasi 05SY23 di daerah Sebayur, Ketahun.



Gambar 7. Penampang stratigrafi Satuan Batulempung Formasi Lemau di hulu Air Kemumu pada lokasi 05RH52.

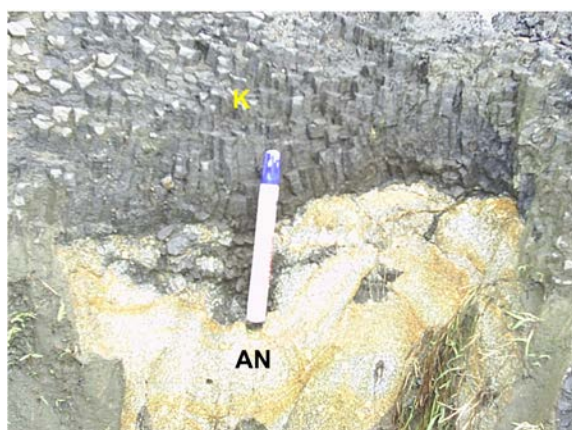


Gambar 6. Penampang stratigrafi Satuan Batulempung Formasi Lemau di Talang Seginim pada lokasi 05RH50.

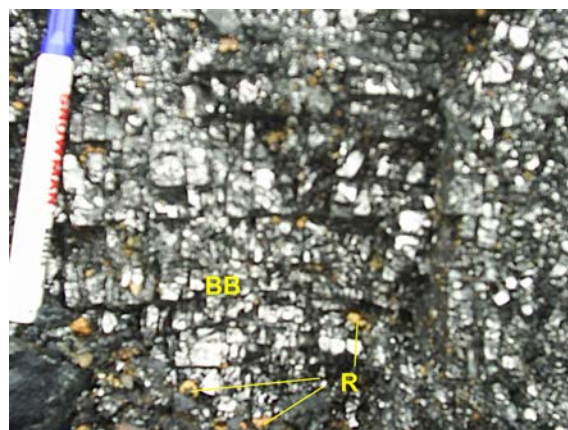
0,56% dan nilai reflektan maksimum 0,48 - 1,32% (Tabel 1). Tingginya nilai reflektan dikarenakan oleh adanya *sill* andesit. Hal ini terlihat dari nilai reflektan rata-rata percontoh batubara yang tidak terpengaruh oleh *sill* andesit (05RH50I) yang diam-



Gambar 8. Foto singkapan batubara dengan *interseam* batupasir halus tufan sangat kompak (3 - 5 cm), sisipan dalam batulempung karbonan warna kelabu - hitam. Tersingkap di lokasi 05RH50, daerah penambangan batubara PT Danau Mas Hitam.



Gambar 9. Foto singkapan kokas (K) merupakan hasil kontak batubara dengan terobosan sill andesit porfir (AN). Tersingkap di lokasi 05RH51.



Gambar 10. Foto singkapan batubara yang memperlihatkan kilap seperti logam (BB), diperkirakan karena efek terobosan sill andesit porfir, mengandung resin (R). Tersingkap di lokasi 05RH51.

bil dari lokasi 05RH50 di Talang Segimin dengan kolom yang tersaji dalam Gambar 6, dan mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata 0,44%. Sementara itu contoh batubara yang terpengaruh oleh *sill* andesit (05RH52B) yang diambil dari lokasi 05RH52 (Gambar 7) menunjukkan nilai reflektan vitrinit rata-rata 0,78%, dan pada daerah kontakannya menghasilkan kokas (Gambar 7 dan 10).

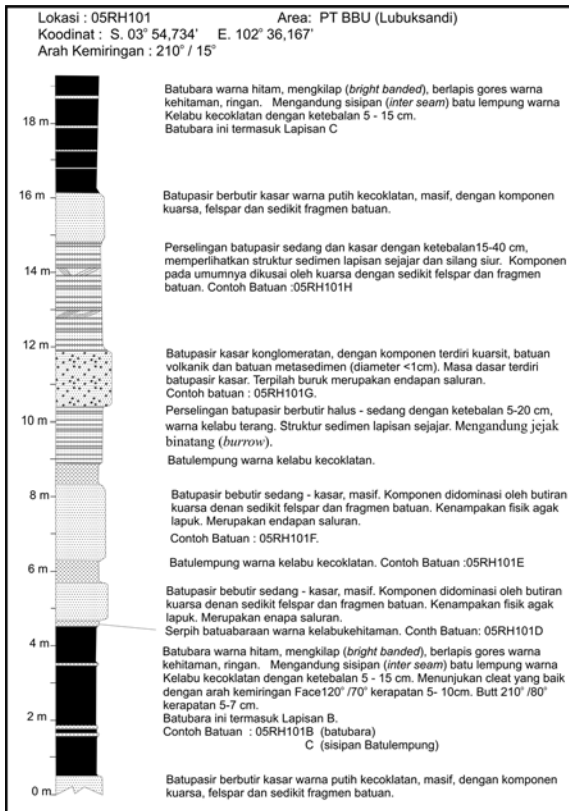
Runtunan batuan sedimen pembawa batubara di daerah Bengkulu (Gambar 7) menunjukkan bahwa batubara di daerah ini berasosiasi dengan batupasir berbutir sedang sampai kasar, di beberapa tempat batupasir ini menunjukkan struktur sedimen silang siur dan lapisan bersusun, hal ini mengindikasikan bahwa runtunan batuan sedimen pembawa batubara terendapkan dalam lingkungan yang berhubungan dengan saluran (sungai) atau dalam lingkungan fluviatil. Dijumpainya fragmen resin dalam batubara, menunjukkan adanya pepohonan besar penghasil getah dalam pembentukan batubara. Hal ini ditunjang oleh hasil analisis petrografi organik bahwa batubara di daerah ini tidak mengandung mineral pirit framboid dan mineral karbonat, yang mengindikasikan bahwa pembentukan batubara di daerah ini tidak berhubungan dengan lingkungan laut. Dengan demikian batubara di daerah ini terbentuk di lingkungan darat.

Daerah Seluma

Penelitian batubara di daerah Seluma dilakukan di area pertambangan PT Bukit Bara Utama (BBU)

dan Bukit Indah Lestari (BIL). Runtunan batuan sedimen pembawa batubara tersusun oleh batu pasir kasar sampai konglomeratan, batupasir kasar dengan struktur sedimen butiran tersusun (*graded bedding*) dan lapisan silang-siur, dan batupasir halus - sedang yang menunjukkan lapisan sejajar dan mengandung jejak binatang (*burrow*), seperti yang tersaji dalam Gambar 11. Di atas perselingan tersebut dijumpai batubara lapisan C dengan ketebalan 3,25 m dan mengandung *interseam* batulempung warna kelabu kecoklatan dengan ketebalan 5 - 15 cm, sedangkan lapisan B dijumpai di bawah runtunan tersebut dengan ketebalan 4,5 m yang juga mengandung *interseam* batulempung (5-15 cm) dan memperlihatkan *cleat* yang baik (Gambar 12). Di beberapa tempat dijumpai adanya fragmen resin.

Sifat fisik batubara di daerah ini adalah warna hitam, mengkilap (*bright banded*), gores hitam dengan pecahan konkoidal, dan ringan. Secara petrografis, organik batubara di daerah ini tersusun oleh kelompok maseral vitrinit (87,4 - 99,0%) yang terdiri atas telokolinit (48,8 - 78,2%), detrovitrinit + desmokolinit (17,0 - 35,6%), dan gelokolinit + korpokolinit (0 - 3,0%). Sementara itu kandungan kelompok maseral eksinit berkisar antara 0 sampai 1,4% yang seluruhnya terdiri atas resin. Selanjutnya kandungan kelompok maseral inertinit adalah 0,4 - 8,8%, yang terdiri semifusinit (0 - 2,6%), sklerotinit (0,4 - 4,6%), dan inertodetrinit (0 - 1,6%). Adapun material mineral yang dijumpai dalam batubara di daerah



Gambar 11. Penampang bagian bawah Formasi Lemau di daerah penambang batubara BBU Kecamatan Lubuksandi.

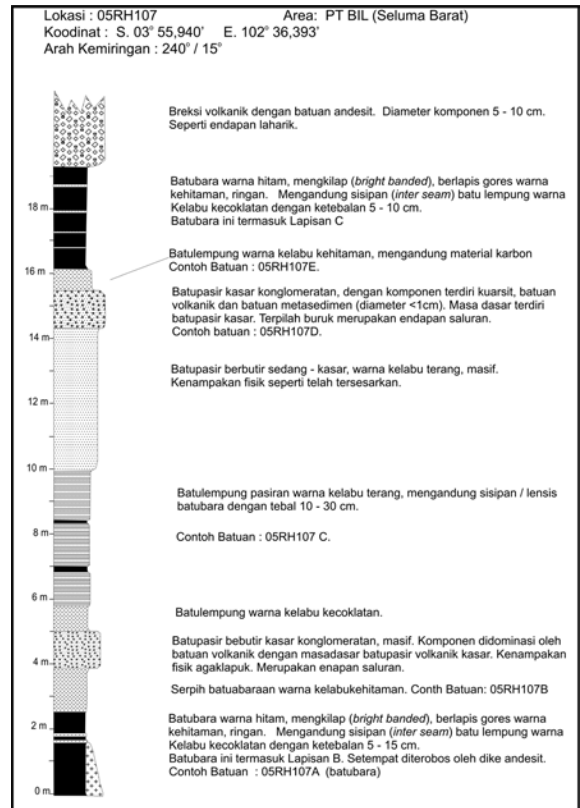
ini adalah mineral lempung (0 - 0,2%), dan pirit normal (0,6 - 2,4%). Nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) berkisar antara 0,50 dan 1,12%, dengan nilai reflektan minimum 0,40 - 0,98% dan nilai reflektan maksimum 0,62 - 1,20% (Tabel 1).

Nilai reflektan vitrinit mempunyai kisaran yang cukup besar yaitu mulai dari 0,50% sampai dengan 1,12%. Hal ini karena adanya terobosan *sill* andesit, seperti terlihat pada lokasi 05RH101 (Gambar 11). Batubara (05RH101B) di daerah ini tidak terpengaruh oleh terobosan *sill* andesit, mempunyai nilai reflektan vitrinit 0,50% (Tabel 1). Sementara itu, pada lokasi 05RH107 (Gambar 13) yang batubaranya (05RH107A) terpengaruh oleh terobosan *sill* andesit mempunyai nilai reflektan vitrinit 1,12% (Tabel 1).

Dijumpainya lapisan batupasir berbutir sedang sampai kasar, yang memperlihatkan struktur sedimen silang-siur dan butiran tersusun, menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan batuan sedimen pembawa batubara sangat dipengaruhi oleh saluran



Gambar 12. Foto singkapan batubara dengan sisipan batu lempung, pada lokasi 05SY58 di anak Sungai Pilubang, daerah PT BBU.



Gambar 13. Penampang bagian bawah Formasi Lemau pada lokasi 05RH107, di daerah penambangan batubara BIL Kecamatan Seluma Selatan.

(*channel*). Adanya batupasir berbutir halus dengan struktur sedimen laminasi sejajar menunjukkan bahwa dataran banjir mempengaruhi lingkungan

pengendapan batuan sedimen pembawa batubara. Dengan demikian lingkungan pengendapan yang cocok untuk lapisan batuan sedimen pembawa batubara adalah lingkungan sungai (*fluviatil*). Tidak dijumpainya mineral pirit framboid dan mineral karbonat menunjukkan bahwa lingkungan laut tidak mempengaruhi pembentukan batubara di daerah ini. Dijumpainya fragmen resin pada batubara menunjukkan pepohonan besar (*rain forest*) adalah salah satu pembentuk batubara di daerah ini. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa batubara di daerah ini terbentuk dalam lingkungan darat.

DISKUSI

Lapisan batubara di Cekungan Bengkulu teramati di daerah Ketaun, Bengkulu, dan Seluma yang dijumpai dalam Formasi Lemau. Secara megaskopik, lapisan batubara di daerah Ketaun berwarna hitam agak kusam (*dull – dull banded*) dengan gores warna hitam kecoklatan, sementara itu lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma menunjukkan warna hitam mengkilap (*bright banded*) dengan gores warna hitam. Keadaan tersebut dikarenakan adanya pengaruh terobosan *sill* andesit pada lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma, yang menyebabkan lapisan batubara di daerah Ketaun mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) antara 0,41 dan 0,49%, dengan nilai reflektan minimum 0,35-0,44% dan nilai reflektan maksimum 0,46 - 0,54 % (Tabel 1). Sementara nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) lapisan batubara di daerah Bengkulu berkisar antara 0,44 dan 0,96%, dengan nilai reflektan minimum 0,37 - 0,56 % dan nilai reflektan maksimum 0,48 - 1,32% (Tabel 1). Lapisan batubara yang tidak terpengaruh terobosan *sill* andesit mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata 0,44%. Adapun lapisan batubara di daerah Seluma mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) berkisar antara 0,50 dan 1,12%, dengan nilai reflektan minimum 0,40 - 0,98% dan nilai reflektan maksimum 0,62 - 1,20% (Tabel 1). Lapisan batubara yang tidak terpengaruh terobosan *sill* andesit mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata 0,50 %.

Runtunan batuan sedimen pembawa batubara di daerah Ketaun menunjukkan lingkungan pengendapan yang dipengaruhi oleh laut, yaitu lingkungan

delta. Hal ini ditunjang oleh hasil analisis petrografi organik dengan dijumpainya mineral pirit framboid dan adanya mineral karbonat. Sementara itu, runtunan batuan sedimen pembawa batubara di daerah Bengkulu dan Seluma menunjukkan lingkungan pengendapan fluviatil atau darat, yang juga ditunjang oleh hasil analisis petrografi organik dengan tidak dijumpainya mineral pirit framboid dan mineral karbonat. Penampakan di lapangan juga ditunjang oleh adanya resin dalam batubara yang menunjukkan bahwa pembentukan batubara di daerah ini dipengaruhi oleh pepohonan besar (*rain forest*).

Hasil analisis petrografi organik (Tabel 1), kemudian direkalkulasi menjadi GI (*Gelification Index*), TPI (*Tissue Preservation Index*), T (telovitrinit : telinit + telokolinit), F (fusinit + semifusinit), dan D (*dispersed organic mater* : inertodetrinit + sporinit + algininit), yang tersaji dalam Tabel 2. GI adalah vitrinit/semifusinit + inertodetrinit + sklerotinit, sementara itu TPI adalah telovitrinit + semifusinit / detrovitrinit + gelovitrinit + inertodetrinit + sklerotinit.

Diagram segitiga fasies Diessel (1982), seperti yang terlihat pada Gambar 14, menunjukkan bahwa batubara Cekungan Bengkulu termasuk dalam fasies *Wet Forest Swamp*. Secara umum, batubara di daerah Ketaun relatif lebih ke arah *limnic* dari pada batubara daerah Bengkulu dan Seluma. Sementara itu diagram fasies Diessel (1986) dan Lamberson drr., (1991) seperti tersaji dalam Gambar 15, menunjukkan bahwa dua percontoh batubara dari daerah Ketaun termasuk ke dalam fasies *limnic* atau termasuk dalam *limited influx clastic marsh*, atau termasuk *lower delta plain*. Dalam fasies *limnic* ini kerapatan pepohonannya berkurang, sedangkan ke arah fasies *telmatic* kerapatan pepohonannya bertambah. Sementara itu, percontoh batubara lainnya dari daerah Bengkulu, Ketaun, dan Seluma termasuk ke dalam fasies *telmatic*. Dari percontoh batubara yang termasuk *telmatic*, satu percontoh batubara dari daerah Bengkulu dan satu percontoh batubara dari daerah Seluma termasuk ke dalam *wet forest swamp* atau termasuk ke dalam *fasies upper delta plain*.

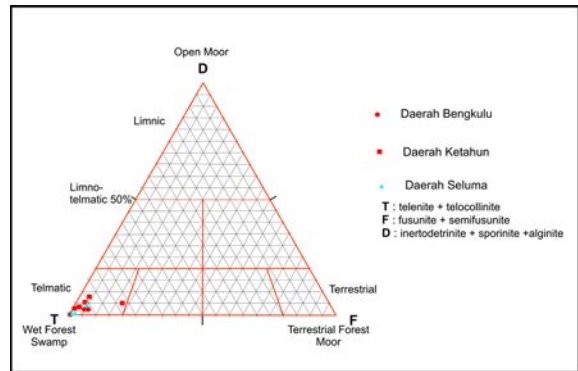
Data tersebut di atas menunjukkan bahwa secara umum batubara di daerah Ketaun terbentuk di lingkungan yang relatif lebih ke arah laut atau *limnic* atau *limited influx clastic marsh* atau *lower delta plain*, yang kerapatan pepohonannya berkurang. Sebaliknya batubara dari daerah Bengkulu dan Seluma,

secara umum relatif lebih ke arah darat atau *telmatic* atau *upper delta plain* atau *wet forest swamp* di mana kerapatan pepohonannya bertambah.

KESIMPULAN

Lapisan batubara di Cekungan Bengkulu, yang dijumpai dalam Formasi Lemau berumur Miosen Tengah, teramati di daerah Ketaun, Bengkulu, dan Seluma. Ketebalan lapisan batubara di daerah Ketaun berkisar antara 50 sampai 200 cm, sedangkan di daerah Bengkulu antara 100 - 350 cm, dan di daerah Seluma dapat mencapai 450 cm.

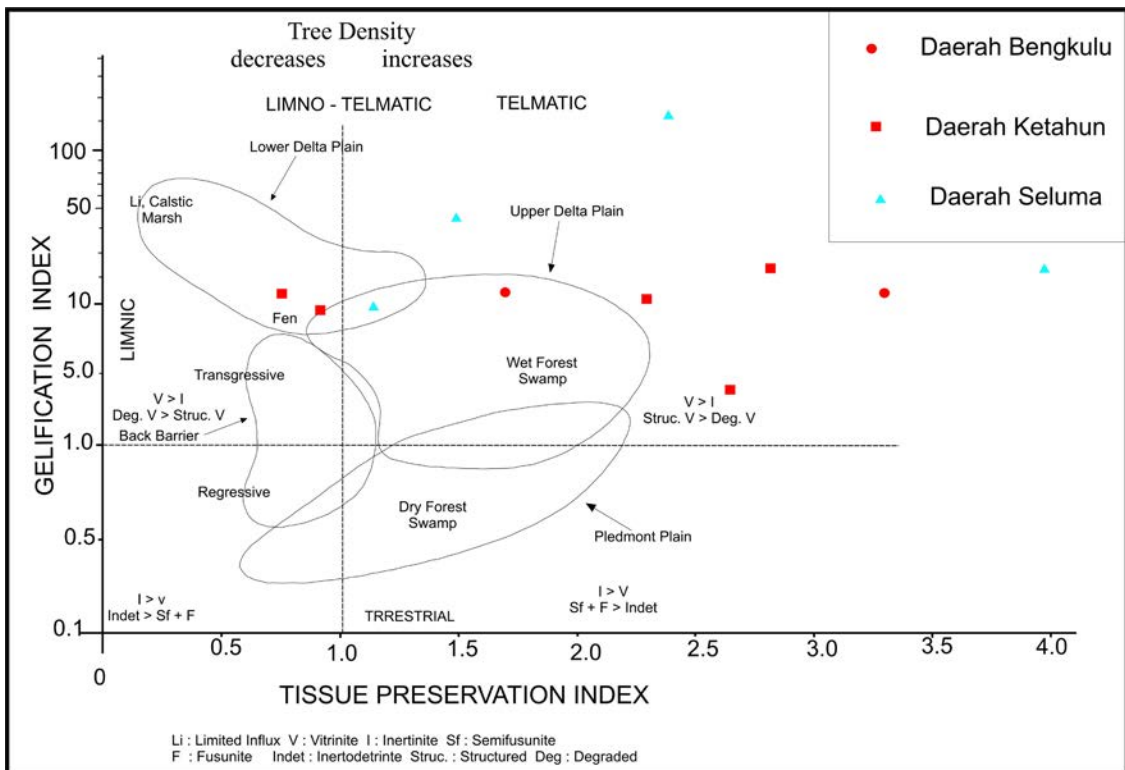
Secara megaskopik, lapisan batubara di daerah Ketaun berwarna hitam agak kusam (*dull - dull banded*) dengan gores warna hitam kecoklatan, sementara itu lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma menunjukkan warna hitam mengkilap (*bright banded*) dengan gores warna hitam. Lapisan batubara di daerah Ketaun mempunyai nilai reflektan vitrinit rata-rata (Rv) antara 0,41 dan 0,49%, sedang-



Gambar 14. Diagram segitiga fasies (Diessel, 1982), untuk batubara di Cekungan Bengkulu.

kan lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma nilai reflektan vitrinit rata-ratanya (Rv) berkisar antara 0,44 dan 1,12%. Keadaan tersebut karena adanya pengaruh terobosan *sill* andesit pada lapisan batubara di daerah Bengkulu dan Seluma.

Secara umum, batubara di daerah Ketaun terbentuk di lingkungan yang relatif lebih ke arah laut



Gambar 15. Diagram fasies (Diessel, 1986 dan Lamberson dr., 1991), untuk batubara di Cekungan Bengkulu.

atau *limnic* atau *limited influx clastic marsh* atau *lower delta plain*, di mana kerapatan pepohonannya berkurang. Sebaliknya batubara dari daerah Bengkulu dan Seluma, secara umum relatif lebih ke arah darat atau *telmatic* atau *upper delta plain* atau *wet forest swamp* di mana kerapatan pepohonannya bertambah.

Ucapan Terima Kasih--Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah memberikan dukungan mulai dari penelitian lapangan sampai dengan penulisan makalah ini. Selain itu ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan sejawat yang telah memberikan kritik, saran, dan diskusi mengenai makalah ini.

ACUAN

- Amin, T.C, Kusnama, Rustandi, E., dan Gafoer, S., 1994. *Geologi Lembar Manna dan Enggano, Sumatera, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Diessel, C.F.K., 1982. An appraisal of coal facies based on maceral characteristics. *Australian Coal Geology*, 4 (2), h.474-484.
- Diessel, C.F.K., 1986. On the correlation between coal facies and depositional environment. *Proceedings 20th Symposium of Department Geology, University of New Castle, New South Wales*, h.19-22.
- Gafoer, S., Amin, T.C., dan Pardede, R., 1992. *Geologi Lembar Bengkulu, Sumatera Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Guntoro, A., dan Djajadiharja, Y.S., 2005. Tectonic Scenario of the Sumatra Fore-Arc Basin in Relation To the Formation of Petroleum Systems. *International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina* (GEOINDO 2005), Khon Kaen, Thailand.
- Heryanto, R., 2005. *Laporan Penelitian Sumber Daya Hidrokarbon di Cekungan Bengkulu, Bengkulu*. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (Laporan Internal).
- Heryanto, R., 2006a. Karakteristik Formasi Seblat di Daerah Bengkulu Selatan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 16, h. 179-195.
- Heryanto, R., 2006b. Provenance batupasir Formasi Lemau di Cekungan Bengkulu., *Seminar Nasional Geologi Indonesia: "DINAMIKA DAN PRODUKNYA"*. Pusat Survei Geologi, Bandung, 5-6 Desember 2006.
- Heryanto, R., 2007a. Diagenesis Batupasir Formasi Lemau di Cekungan Bengkulu dan Potensinya sebagai Batuan Reservoar Hidrokarbon. *Mineral dan Energi*, 5, h. 58-70.
- Heryanto, R., 2007b. Hubungan antara diagenesis, reflektan vitrinit, dan kematangan batuan pembawa hidrokarbon batuan Sedimen Miosen di Cekungan Bengkulu. *Jurnal Geologi Indonesia*, 2, h. 101-111.
- Heryanto, R. dan Panggabean, H., 2006. The Tertiary Source Rock Potential of the Bengkulu Basin. *Jakarta2006 International Geosciences Conference and Exhibition*. Jakarta, 14-16 Agustus 2006.
- Lamberson, M.N., Bustin, R.M., dan Kalkreuth, W.D., 1991. Lithotype (maceral) composition and variation as correlated with paleo-wetland environment, Gates Formation, northeastern British Columbia, Canada. *International Journal of Coal Geology*, 18, h.67-124.
- Yulihanto, B., Situmorang, B., Nurdjajadi, A., dan Sain, B. 1995. Structural Analysis of the onshore Bengkulu Forearc Basin and Its Implication for Future Hydrocarbon Exploration Activity. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association Twenty Fourth Annual Convention*, October 1995.