

**INVENTARISASI BATUBARA PEMBORAN DALAM
DAERAH SUNGAI SANTAN-BONTANG
KABUPATEN KUTAI TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR
(Lembar Peta No. 1916-11 dan 1916-12)**

O l e h :
Syufra Ilyas
Subdit Batubara, DIM

S A R I

Penyelidikan batubara tambang dalam di daerah Santan didukung oleh pemboran dalam yang bertujuan untuk mengetahui kontinuitas lapisan batubara ke arah sumbu sinklin dan juga untuk mengetahui konsistensi kualitas dan ketebalan lapisan batubara ke arah yang sama.

Daerah Santan-Bontang termasuk wilayah administrasi Kecamatan Sangata, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Daerahnya dibatasi oleh koordinat $0^{\circ} - 0^{\circ} 15'$ Lintang Utara dan $117^{\circ} 10' - 117^{\circ} 25'$ Bujur Timur.

Daerah Santan-Bontang ditempati oleh Formasi-Formasi Pamaluan, Bebulu, Pulubalang, Balikpapan dan Kampung Baru. Formasi-formasi ini semuanya bersifat pembawa endapan batubara kecuali Formasi Bebulu. Endapan batubara yang layak untuk tambang dalam terdapat pada Formasi Pulubalang. Lapisan yang layak untuk tambang dalam mempunyai ketebalan lebih besar dari 2.00 m, kualitasnya mempunyai nilai kalori lebih besar dari 6000 kal/gr..Di dalam Formasi Pulubalang lapisan yang layak untuk tambang dalam adalah Seam A (2,25 m) Seam B (3,50 m), Seam C (2,50 m) dan Seam D (2,25 m), mempunyai sudut kemiringan 10° sampai 15° pada kedalaman 100 m lebih.

Kualitas batubara cenderung berkurang kerah lebih dalam dengan penurunan nilai kalori dari 6680 kal/gr menjadi 6000 kal/gr.

Sumberdaya batubara terdapat pada zona kedalaman 100-250 m adalah 92,7 juta ton dan pada zona kedalaman 251-500 m adalah 137,6 juta ton.

PENDAHULUAN

Batubara di Indonesia merupakan salah satu sumber energi andalan kedua setelah minyak bumi dalam diversifikasi energi. Prospek penambangan batubara dengan metoda tambang terbuka seperti saat sekarang dilakukan untuk masa yang akan datang akan semakin sulit karena banyak kendala dalam penggunaan lahan di permukaan, antara lain berebut kepentingan dengan perkebunan dan lingkungan. Disamping itu juga disebabkan oleh letak lapisan batubara sudah semakin dalam dari permukaan, sehingga nilai perbandingan antara batubara dan batuan penutup akan semakin tinggi. Selain kendala yang disebutkan di atas juga kendala teknis, antara lain kestabilan lereng bukaan tambang dan air tanah akan menjadi suatu hal yang semakin berat untuk ditanggulangi.

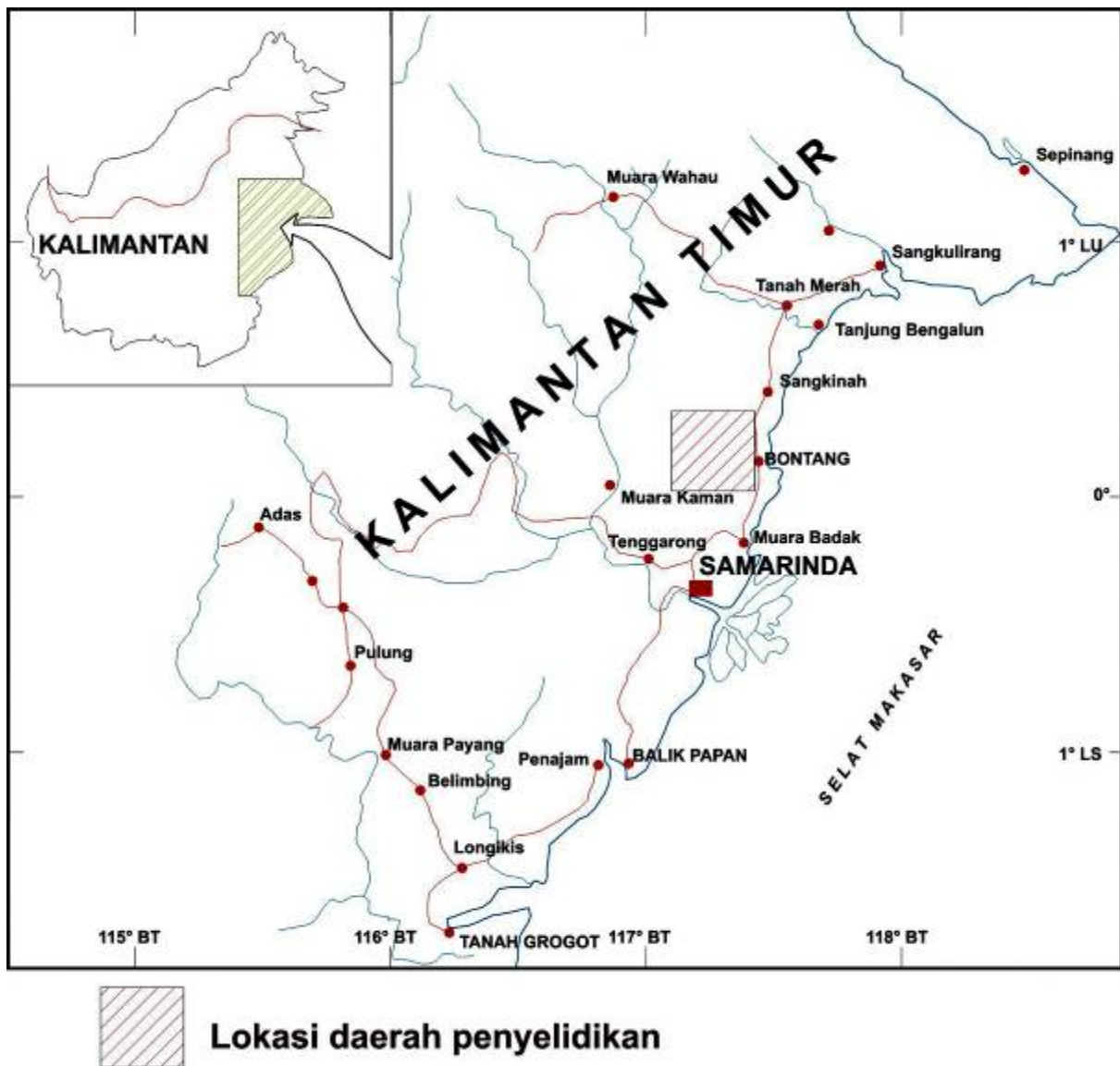
Sementara ini sedang berlangsung inventarisasi batubara bersistem untuk tambang terbuka pada Cekungan Kutai yang dimulai dari tahun 2002 hingga sekarang. Tahun anggaran 2005 program inventarisasi batubara tambang dalam pertama dilakukan di daerah yang mempunyai endapan batubara yang memenuhi kriteria-kriteria antara lain mempunyai nilai kalori lebih besar dari 6000 kal/gr, ketebalan lebih besar dari 2 meter dan sudut kemiringan tidak lebih dari 25° . Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut daerah Sungaisantan-Bontang, Kabupaten Kutai Timur dan Kabupaten Kutai Kartanegara, Propinsi Kalimantan Timur adalah layak untuk dilakukan inventarisasi dengan pemboran dalam. Program ini dibiayai oleh Daftar Pelaksanaan Anggaran No. 040.0/20-06.0/-/2005, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral.

Inventarisasi batubara dengan pemboran dalam dimaksudkan untuk memberikan informasi yang mendasar dan penting diketahui sebagai data awal. Selanjutnya untuk diperkenalkan kepada calon investor yang berminat bergerak pada tambang bawah permukaan. Tujuannya untuk mengetahui kelanjutan atas keberadaan endapan batubara pada kedalaman lebih besar dari 100 m. Di samping untuk mengetahui keberadaan endapan juga bertujuan untuk mengetahui konsistensi kualitas dan ketebalan lapisan batubara.

Daerah inventarisasi termasuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Sangata, Kabupaten Kutai Timur dan Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur

Secara geografis termasuk sebagian lembar peta No. 1916-11 dan lembar peta No.1916-12 skala 1 : 50.000 dari sistem topografi nasional yang diterbitkan oleh Bakosurtanal. Wilayahnya dibatasi oleh koordinat $0^{\circ}00'00'' - 0^{\circ}15'00''$ LU dan $117^{\circ} 10'00'' - 116^{\circ} 25' 00''$ BT (Gambar 1). Daerah Santan-Bontang dilalui oleh jalan utama Kalimantan Timur, oleh karena mudah dicapai dengan transportasi darat dari Kota Samarinda hingga Kota Bontang, kemudian dilanjutkan ke wilayah inventarisasi melalui jalan tambang PT. Indominco.

Pelaksanaan inventarisasi dengan pemboran dalam berlangsung 2 perioda. Perioda 1 dimulai tanggal 20 Mei hingga 21 Juli 2005 dan perioda 2 dimulai tanggal 20 Agustus hingga 17 November 2005, jumlah waktu akumulatif pekerjaan lapangan termasuk perjalanan adalah 120 hari.



Gambar 1. Peta situasi dan kesampaian daerah inventarisasi

2. KEADAAN GEOLOGI Geologi Regional

Geologi daerah Santan-Bontang termasuk ke dalam Cekungan Kutai yang cukup banyak diketahui sebagai hasil aktifitas eksplorasi minyak bumi oleh perusahaan minyak dan pemetaan geologi bersistem skala 1 : 250.000 oleh Puslitbang Geologi, Bandung serta beberapa perusahaan batubara baik asing maupun swasta nasional. Penyelidikan khusus tentang keberadaan endapan batubara di daerah Santan-Bontang dilakukan tahun 2002 oleh Eddy R.S. dan Nanan K.S. dari Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral. Hasilnya digunakan sebagai dasar untuk perencanaan pemboran dalam.

Cekungan Kutai secara historis merupakan satu cekungan luas yang pengisiannya berlangsung sejak Eosen hingga Miosen Tengah. Pengangkatan Pegunungan Meratus mengakibatkan Cekungan ini terpisah menjadi tiga bagian yang dinamakan Cekungan Barito dan Cekungan Pasir di bagian

Selatan dan Cekungan Kutai di bagian Utara Pegunungan Meratus.

3. HASIL PENYELIDIKAN GEOLOGI DAERAH SANTAN-BONTANG

Berdasarkan peta geologi lembar Sangata, daerah inventarisasi termasuk di dalamnya dapat diketahui bahwa daerah Sungaisantan umumnya ditutupi oleh Formasi Pamaluan, Formasi Pulubalang, Formasi Bebulu, Formasi Balikpapan, Formasi Kumpangbaru dan Endapan aluvial (Tabel 1). Pengisian ini berlangsung sejak Eosen hingga Miosen Tengah. Keempat formasi ini bersifat pembawa batubara dalam Cekungan Kutai akan tetapi batubara berkembang baik terutama pada Formasi Pulubalang. Formasi Pulubalang mengandung 19 lapisan batubara yang mempunyai ketebalan mulai dari puluhan sentimeter hingga lebih besar dari 5 meter dan 4 lapisan diantara layak untuk dilakukan tambang dalam. Formasi Balikpapan mengandung 4 lapisan batubara yang mempunyai ketebalan mulai dari puluhan sentimeter hingga 10 meter lebih. Kedua

formasi ini di daerah Santan-Bontang menempati struktur sinklin yang berarah relatif utara-selatan dan mempunyai sayap yang tidak simetris. Sayap timur dari siklin mempunyai sudut kemiringan berkisar antara 35° – 65° dan sayap barat mempunyai sudut kemiringan 20°-35°, akan tetapi di bagian tengah sinklin pada kedalaman lebih besar dari 100 m pada inti bor BD.02 kemiringan lapisan terukur kurang dari 10°.

Formasi Pamaluan disusun terutama oleh batulempung dan sisipan batupasir kuarsa, batugamping dan batubara. Formasi Bebulu terutama dibangun oleh batugamping terumbu dan mempunyai hubungan menjemari dengan Formasi Pamaluan, berumur Miosen Awal.

Formasi Pulubalang dibangun oleh perselingan batupasir kuarsa berbutir halus, batulanau abu-abu-muda, batulempung coklat dan abu-abu tua

serta sisipan batugamping klastik di bagian bawah, sisipan batubara terdapat dari bagian bawah hingga bagian atas formasi, berumur Miosen Awal sampai Miosen Tengah. Kontak bawah dan atas formasi ditandai oleh kehadiran lapisan batubara.

Formasi Balikpapan disusun oleh perselingan batupasir kuarsa dan sisipan lapisan batubara, formasi menindih selaras di atas Formasi Pulubalang dan berumur Miosen Akhir.

2.3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah inventarisasi adalah struktur lipatan, terdiri dari antiklin dan sinklin dengan kemiringan relatif kecil sampai curam. Di samping struktur lipatan di daerah Sungaisantan juga berkembang struktur sesar yang terdiri dari sesar naik dan sesar mendatar. (Peta Geologi dan Sebaran Batubara).

Tabel 1. Stratigrafi daerah Sungai Santan-Bontang.

UMUR		LITO LOGI	KETERANGAN	TEBAL (m)	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
K U A R T E R	HOLOSEN	Qa	ALUVIAL (Qa), berupa lempung dan lanau, pasir dan kerikil, merupakan endapan pantai dan sungai.	-	Sungai
	PLISTOSEN	Tp _{pkb}	FORMASI KAMPUNGBARU (Tp _{pkb}) terdiri dari lempung pasiran, batupasir dengan sisipan batubara dan tuf, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi dan limonit.	500-800	Delta - Laut Dangkal
	PLIOSEN				
T E R S I E N	M A K H I R	Tm _{bp}	FORMASI BALIKPAPAN (Tm _{bp}) terdiri dari pasir lepas, lempung, lanau, tuf dan batubara, struktur silang silur dan perarian, setempat sisipan batubara dengan ketebalan 20-40cm.	2000	Muka daratan - Delta
		Tm _{pb}	FORMASI PULUBALANG (Tm _{pb}) terdiri dari perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau, setempat sisipan tipis lignit, batugamping atau batupasir gampingan.	-	Pro delta
	A W A L	Tm _{be}	FORMASI BEBULU (Tm _{be}) terdiri batugamping dengan sisipan batulempung, batulanau, batupasir dan napal.	-	
		Tm _p	FORMASI PEMALUAN (Tm _p) terdiri batulempung dengan sisipan napal, batupasir dan batubara, kearah bawah gampingan.	-	Neritik (dangkal - dalam)

ENDAPAN BATUBARA

Dalam uraian geologi regional telah disinggung bahwa di dalam Cekungan Kutai formasi yang bersifat pembawa batubara adalah Formasi Pulubalang dan Formasi Balikpapan, sedangkan pada dua formasi lainnya endapan batubara tidak berkembang dengan baik.

Dari hasil inventarisasi batubara bersistem oleh Nanan S.K. (2002) dan Eddy R.S (2002) ditemukan 12 lapisan batubara dalam Formasi

Balikpapan, 19 lapisan dalam Formasi Pulubalang dan 7 lapisan dalam Formasi Pamaluan (Peta Geologi dan Sebaran Batubara Daerah Santan-Bontang). Ketebalan lapisan batubara berkisar mulai puluhan centimeter sampai 6 meter lebih dengan sudut kemiringan umumnya berkisar antara 15° dan 30° dan secara lokal mencapai 85° . Kualitas batubara memberikan angka-angka nilai panas 6.600 kal/gr dalam Formasi Pamaluan, 6680 kal/gr dalam Formasi Pulubalang dan 5924 kal/gr dalam Formasi Balikpapan.

Tabel 2 . Hasil pemboran batubara daerah Santan-Bontang, Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur

Lubang bor	Ketinggian	Kedalaman (m)														
		Lapisan I			Lapisan II			Lapisan III			Lapisan IV			Lapisan V		
		Top	Bottom	Ketebalan	Top	Bottom	Ketebalan	Top	Bottom	Ketebalan	Top	Bottom	Ketebalan	Top	Bottom	Ketebalan
BT. 01	72.25	30.60	32.90	2.30	70.95	71.20	0.25	83.05	83.40	0.35						
BT. 02	69.40	12.90	13.50	0.60	38.50	38.80	0.30	39.52	41.70	2.18						
BT. 03	79.15	12.65	14.35	1.70	37.60	40.10	2.50(A)	70.00	70.40	0.40						
BT. 04	78.35	12.45	15.95	3.50(B)												
BT. 05	99.50	13.70	19.50	5.80(C)												
BT. 06	86.55	7.60	10.45	2.85	12.00	12.40	0.40									
BT. 07	57.15	3.00	3.40	0.40	12.60	13.90	1.30									
BT. 08	178.25	9.05	9.65	0.60	20.45	22.00	1.55									
BT. 09	95.10	18.50	19.50	1.00												
BT. 10	46.20	10.40	16.40	6.00												
BD. 01	71.45	66.66	68.15	1.49	89.73	90.15	0.42	122.13	124.30	2.17(A)	153.90	154.30	0.40			
BD. 02	71.15	66.96	68.45	1.49	90.03	90.45	0.42	122.33	124.60	2.27(A)	154.20	154.90	0.70	219.40	222.75	3.35(B)
BD. 03	123.65	67.70	68.40	0.70	136.00	137.25	1.25									

Lapisan A

Lapisan batubara A ditembus oleh lubang bor BD.01 dan BD.02 pada pemboran dalam, sedangkan pada pemboran dangkal ditembus oleh lubang bor BT.03. Ketebalan lapisan batubara berkisar antara 2,17 m dan 2,50 m. Sudut kemiringan pada kedalaman lebih besar dari 100 m adalah rata-rata 15°.

Lapisan B

Lapisan batubara B terletak 95,10 meter di bawah lapisan A. Lapisan ini ditembus oleh lubang bor BD.02 dan BT. 04. Ketebalan lapisan berkisar antara 3,35 m dan 3,50 m. Kemiringan lapisan pada kedalaman 219,40 m adalah 9°.

Lapisan C

Lapisan C pada pemboran dalam tidak ditembus, sedangkan pada pemboran dangkal ditembus oleh lubang bor BT.05. Ketebalan lapisan batubara adalah 5,80 m. Sudut kemiringan yang dihitung dari penampang geologi adalah 9°.

Lapisan D

Lapisan D ditembus oleh lubang bor BD.03 pada kedalaman 136,03 m, ketebalannya 1,25 m dan mempunyai sudut kemiringan 35°. Sudut kemiringan yang besar ini dapat mendukung bahwa posisi lapisan berada pada bagian kaki dari

suatu struktur “flexure” di sayap timur struktur sinklin.

Keempat lapisan ini menempati struktur sinklin dan di permukaan mempunyai pola sebaran simetris. Dari pola sebaran yang menempati kedua sayap sinklin dan ditembus oleh pemboran dalam maka berdasarkan keyakinan geologi dapat dikatakan bahwa ke arah downdip dari timur ke barat pada sayap timur sinklin, masing-masing lapisan batubara A,B,C dan D adalah menerus, seperti yang terlihat pada penampang geologi.

Kualitas Batubara Santan-Bontang

Kualitas batubara ditentukan dari hasil analisa kimia dan petrografi. Contoh yang dianalisa berasal dari inti bor sebanyak 9 buah, dan analisa petrografi sebanyak 4 buah.

Analisa kimia

Analisa proksimat dilakukan dengan dasar kering udara (adb) kecuali penentuan kandungan air total dan air bebas. Hasil analisa kimia batubara Daerah Santan-Bontang dapat dipelajari pada tabel berikut di bawah.

Tabel 3. Kualitas batubara asal pemboran di daerah Santan-Bontang.

Seam	FM % ar	TM % ar	Inh. M % adb	VM % adb	FC % adb	Ash % adb	S tot. % adb	SG Ton/m ³ adb	CV Kal/gr adb	HGI
A	6,07	18,37	13,10	38,33	43,51	5,06	2,81	1,34	5944	56
B	6,55	16,18	10,30	35,95	43,37	10,41	1,82	1,43	5668	48
C	4,70	16,00	11,00	40,30	48,00	0,70	0,75	1,36	6255	58
D	4,69	15,88	11,74	35,77	39,38	13,11	0,89	1,42	5354	36

Tabel 4. Perbandingan kualitas batubara dari timur ke barat pada sayap timur sinklin

Parameter	T i m u r				B a r a t			
	S e a m				S e a m			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Free Moisture % ar	10,30	10,30	10,30	6,60	6,007	6,55	4,70	4,61
Total Moisture % ar	19,90			13,20	18,37	16,18	16,00	15,88
Inh. Moisture % adb	1050	10,50	10,20	7,40	13,10	10,30	11,00	11,74
Volatile Matter % adb	40,10	41,40	40,20	40,10	38,33	35,95	40,30	35,77
Ficed Carbon % adb	47,40	46,90	48,30	500,90	43,51	43,37	48,00	39,35
Ash % adb	2,00	1,20	1,30	1,60	5,06	10,41	0,70	13,11
Total Sulphur % adb	1,48	2,40	1,15	2,41	2,81	1,82	0,75	0,89
Specific Gravity ton/m ³	1,35	1,33	1,33	1,33	1,34	1,43	1,36	1,42
Calorific Value cal/gr	6350	6435	6550	6905	5944	5668	6225	5354
H G I	52	93	62	83	56	48	58	36

Analisa Petrografi

Kualitas batubara umumnya yang berada pada kedalaman mempunyai kecenderungan kualitas lebih tinggi, akan tetapi di daerah Santan-Bontang adalah sebaliknya. Hal ini agaknya disebabkan oleh kandungan abu yang meningkat dan nilai kandungan karbon tertambat juga berkurang sehingga terjadi penurunan kualitas. Penurunan kualitas ini dari tabel perbandingan terlihat bahwa nilai panas untuk tiap lapisan rata-rata berkurang sebanyak 500 kal.gr.

Batubara pada hakekatnya disusun oleh unsur organik dan anorganik dalam berbagai perbandingan. Besaran angka perbandingan ini akan menentukan kualitas batubara. Unsur organik pada garis besarnya terdiri dari tiga kelompok maseral sedangkan unsur anorganik terdiri dari mineral-mineral silikat. Dalam analisa petrografi terutama penentuan persentase kandungan maseral dan nilai reflektan dari vitrinit. Hasil petrografi dapat dipelajari dalam tabel berikut di bawah.

Tabel 5. Komposisi maseral dan nilai reflektan vitrinit batubara Santan-Bontang

Seam	Reflektan vitrinit		Komposisi maseral (%)			Mineral (%)	
	Kisaran	Rata ²	V	L	I	Mm	Py
A	0.41-0.55	0.46	98.40	0.80	0.50	0.50	0.20
B	0.40-0.45	0.45	93.90	0.90	0.20	2.50	0.50
C	0.40-0.54	0.46	97.10	1.30	0.60	1.00	0.20
D	0.44-0.52	0.49	98.30	0.80	0.50	0.50	0.20

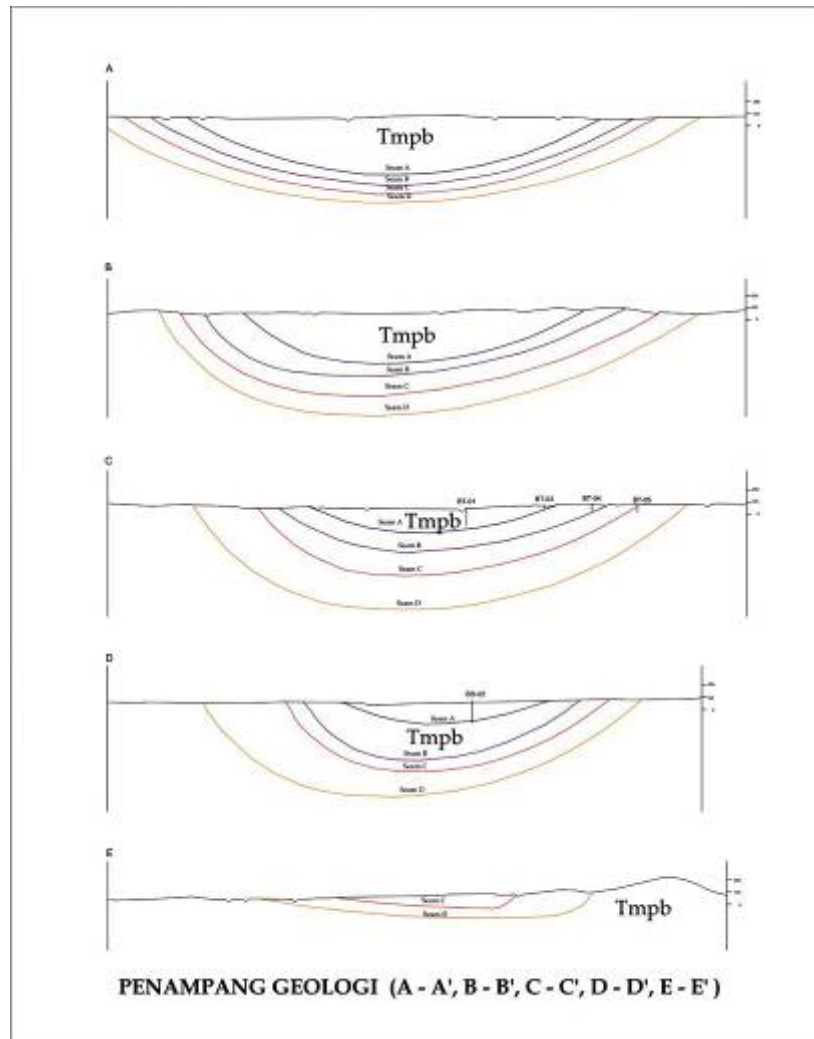
Batubara daerah Santan-Bontang didominasi oleh maseral vitrinit yang berjumlah 98 % dan sedikit maseral liptinit dan ilmenit serta kandungan mineral anorganik kurang dari 1 %.. Nilai reflektan vitrinit

rata-rata adalah 0.45 yang menunjukkan bahwa batubara daerah Santan-Bontang termasuk Rank Sub-bituminous B.

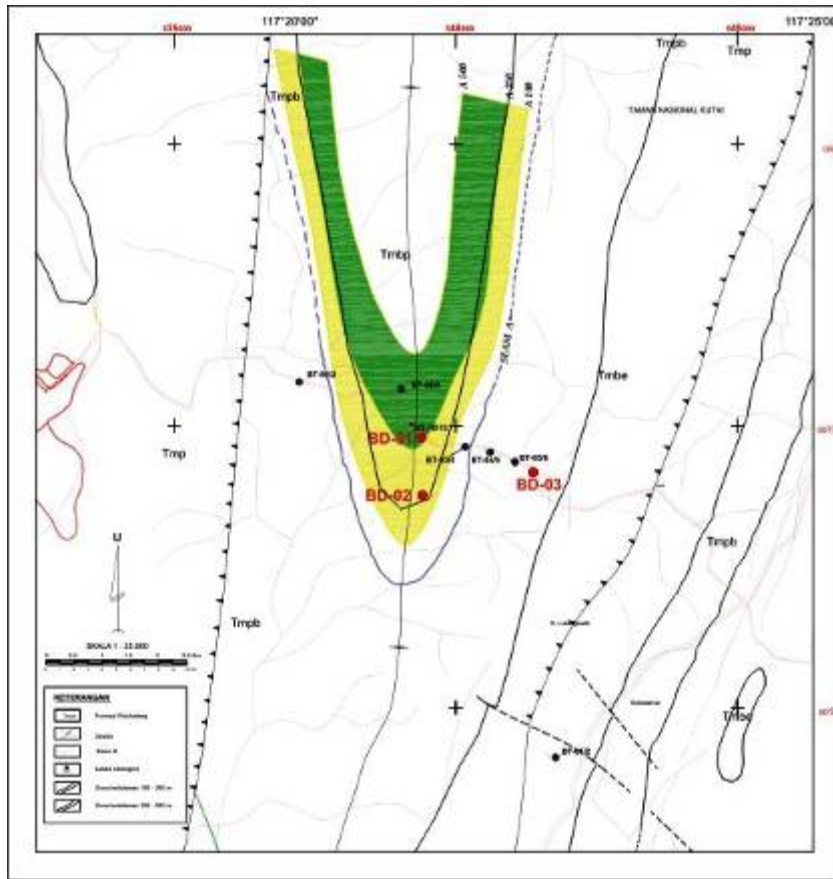
Zonasi Batubara di Formasi Pulubalang

Dalam penelitian ini zonasi lapisan batubara dibagi menjadi dua, yaitu zona kedalaman lapisan batubara antara 100 m dan 250 m, dan zona kedalaman antara 251 m dan 500 m. Penentuan masing-masing zona ini dihitung mulai dari singkapan. Pembuatan zonasi berdasarkan data pemboran dan singkapan dengan bantuan 5 penampang geologi yang dibuat pada peta sebaran

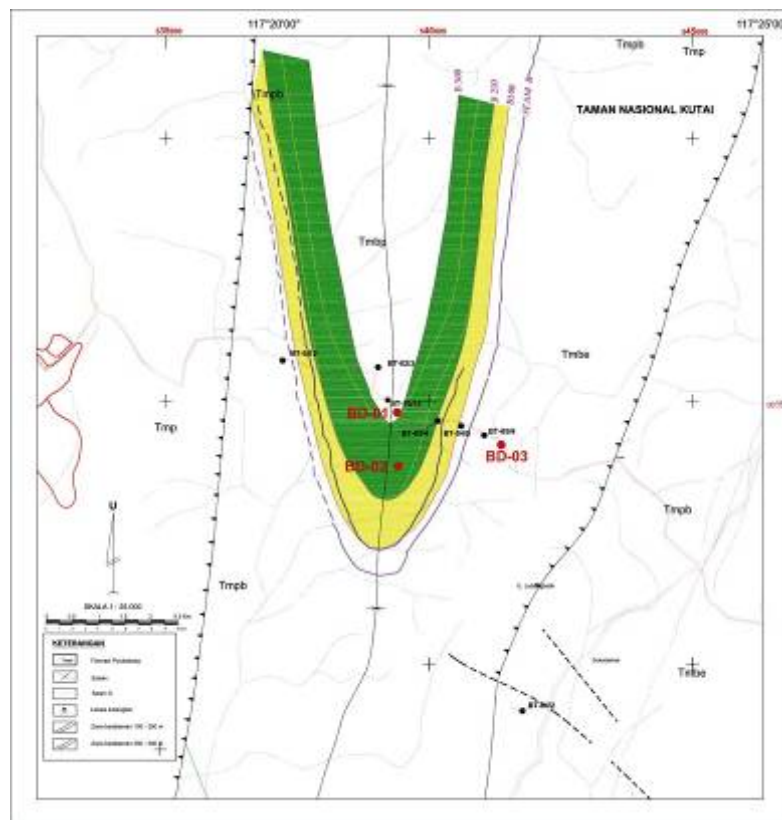
batubara. Penampang ini terutama melalui titik bor dan dibuat dengan metoda interpolasi. Dari masing-masing penampang geologi dihitung batas kedalaman 100 m, 250 m dan 500 m. Titik-titik batas ini kemudian diproyeksikan pada peta sebaran batubara. Titik-titik kedalaman yang sama dihubungkan sehingga membentuk garis batas zonasi kedalaman batubara, seperti yang dapat dilihat pada susunan penampang geologi di bawah.



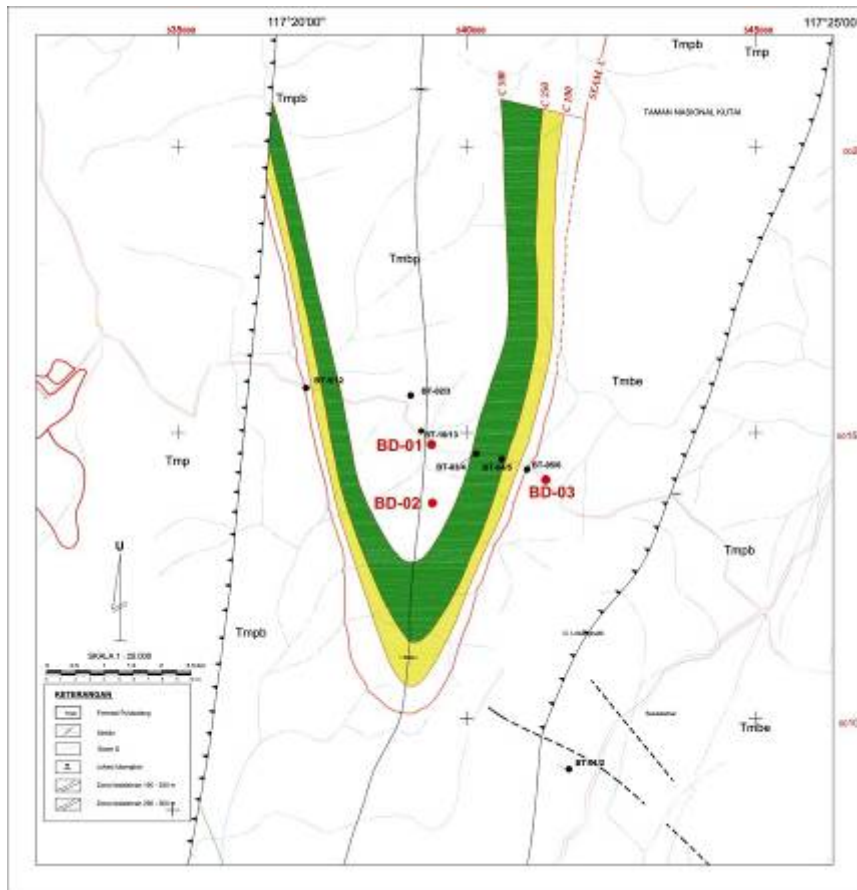
Susunan Penampang Geologi



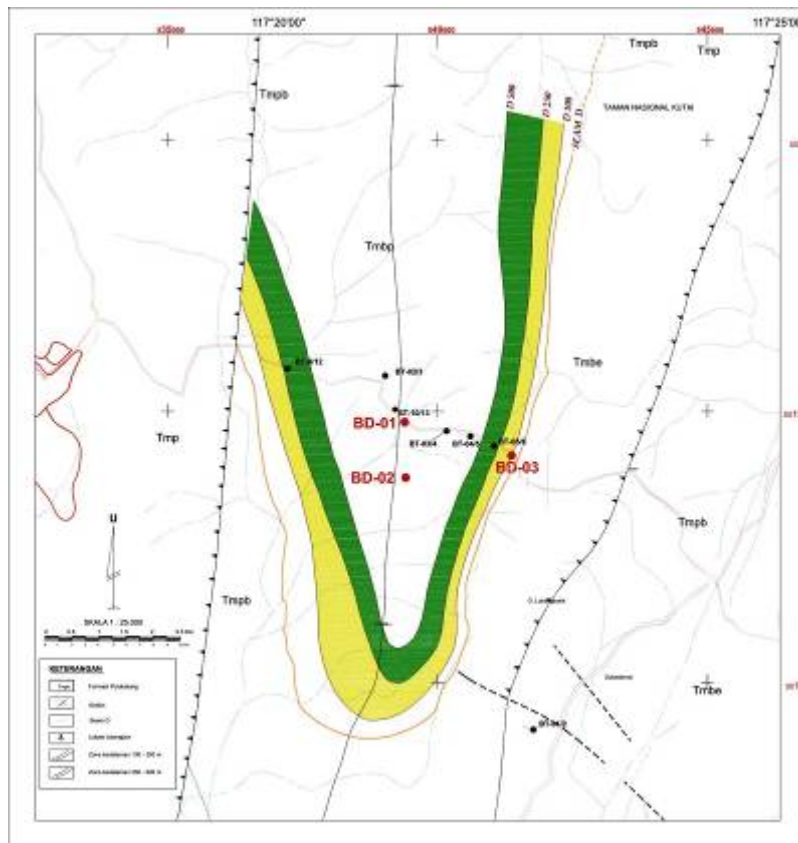
Gambar Zonasi Seam A



Gambar Zonasi Seam B



Gambar Zonasi Seam C



Gambar Zonasi Seam D

Sumberdaya batubara Santan-Bontang

Perhitungan sumberdaya batubara pada penyelidikan tambang dalam ini didasarkan atas luas zonasi yang diproyeksikan kepermukaan. Masing-masing luas zonasi batubara dipermukaan dikalikan dengan tebal semu lapisan batubara, sehingga dapat

angka volume. Kemudian angka berat sumberdaya didapatkan sebagai hasil perkalian antara volume dengan berat jenis batubara yang dihasilkan oleh pengujian laboratorium.

Tabel 6. Sumber Daya Batubara Insitu Daerah santan-Bontang, Provinsi Kalimantan Timur

Seam	Zona Kedalaman (m)	Luas daerah pengaruh (m ²)	Tebal semu (m)	Volume (M ³)	SG Ton/m ³	Berat ton
A	100 – 250	6.874.191,76	2,25	15.466.931,46	1,35	20.880.357,47
	251 - 500	8.523.843,36	2,25	19.178.647,56	1,35	25.891.174,21
B	100 – 250	6.861.413,90	3,50	24.014.948,65	1,33	31.939.881,70
	251 - 500	11.998.862,01	3,50	41.996.017,04	1,33	55.854.702,66
C	100 – 250	7.778.477,16	2,50	19.446.192,90	1,33	25.863.436,56
	251 - 500	8.858.807,01	2,50	22.147.017,53	1,33	29.455.533,31
D	100 – 250	4.675.100,90	2,25	10.518.977,03	1,33	13.990.239,44
	251 - 500	8.826.841,85	2,25	19.860.394,16	1,33	26.414.324,24
				J U M L A H		230.289.649,60

Sumberdaya batubara pada zona kedalaman antara 100 m dan 250 m adalah 92,67 juta ton dan pada zona kedalaman antara 251 m dan 500 m adalah 137,61 juta ton. Angka ini belum dapat berbicara banyak karena tingkat penelitiannya masih bersifat pendahuluan dan peta dasar yang digunakan berskala 1 : 50.000, oleh karenanya sumberdaya batubaranya berstatus tereka.

Prospek batubara Santan-Bontang

Batubara Santan-Bontang mempunyai sumberdaya cukup besar untuk dikembangkan menjadi tambang dalam, kualitas dan ketebalannya memenuhi persyaratan. Daerah zonasi kedalaman batubara di permukaan merupakan kawasan hutan lindung sehingga menjadi kendala untuk dilakukan tambang terbuka.

4.Kesimpulan

Formasi Pulubalang bersifat pembawa endapan batubara, lapisannya terdiri dari multi-seam yang berjumlah sebanyak 16 lapisan. Dari ke 16 lapisan tersebut hanya 4 lapisan yang layak untuk tambang dalam. Lapisan tersebut dinamakan Seam A (2,25 m) Seam B (3,50 m), Seam C (2,50 M) dan Seam D (2,25 m).

Kualitas batubara cenderung berkurang ke arah kedalaman dari 6600 kal/gr di permukaan menjadi 6000 kal/gr pada kedalaman lebih besar dari 100 m.

Sumberdaya batubara cukup besar, pada zona kedalaman 100-250 m berjumlah 92,70 juta ton dan pada kedalaman 251-500 m berjumlah 137,60 juta ton dengan status sumberdaya adalah tereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Nanan, K.S., 2002, Inventarisasi Batubara Bersistem di daerah Sungai Santan dan sekitarnya, Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur (dalam Kumpulan Makalah, no. 21, ISSN. 0261-0811)
- Robertson Reseach , 1978, Coal Resources of Indonesia.
- Sukardi, N. Sikumbang, dkk., 1995, Peta Geologi Lembar Sangata, skala 1 : 250.000, PPPG, Bandung.
- Sumaatmadja, E.R., 1993, Penyelidikan Endapan Batubara di daerah Kampungbaru dan sekitarnya, Kabupaten Kutai, Propinsi Kalimantan Timur, dalam rangka bimbingan teknik terhadap PT. BARADINAMIKA MUDASUKSES, DSM, Bandung.
- Sumaatmadja, E.R., 2002, Inventarisasi Batubara Bersistem di daerah Bontang dan sekitarnya, Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur (Dalam Kumpulan Malakalah NO. 21, ISSN. 0261-0811)