

GEOLOGI BATUBARA DAERAH TANJUNG ENIM, KABUPATEN MUARA ENIM, PROVINSI SUMATERA SELATAN

MUHAMMAD ALGADRI NAFIAN¹, YAN RIZAL¹

¹Prodi Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung- FITB, ITB
Email: yan@gl.itb.ac.id

Sari - Penelitian dilakukan dalam areal seluas 52,8 km². Satuan batuan yang dijumpai dapat dibagi atas enam satuan batuan, yaitu Satuan Batupasir, Satuan Batulempung termasuk tujuh lapisan batubara utama didalamnya (lapisan batubara A1, A2, B, B1, B2, C, D). Satuan Batupasir – Batulanau termasuk empat lapisan batubara gantung didalamnya, Satuan Batupasir – Tuf, Satuan Intrusi Andesit, dan Satuan Endapan Alluvial. Satuan Batulempung dan Satuan Batupasir – Batulanau memiliki kesetaraan dengan Formasi Muaraenim yang merupakan formasi pembawa batubara di daerah penelitian.

Batubara didaerah penelitian diendapkan pada lingkungan *Lower delta plain – Transitional lower delta plain – Upper delta plain*. Peningkatan kematangan batubara pada beberapa contoh dari lapisan batubara utama disebabkan oleh pengaruh panas intrusi yang terdapat didalam daerah penelitian

Hasil perhitungan sumberdaya batubara didasarkan pada data pemetaan permukaan dan didukung oleh 27 data pengeboran di dalam daerah penelitian milik PT. Bukit Asam, Tbk., didapat kandungan sumberdaya lapisan batubara gantung adalah sebesar 25.570.170 ton dan lapisan batubara utama sebesar 1.275.631.640 ton. Peringkat kualitas batubara pada lapisan batubara gantung adalah *Subbituminous B coal*, lapisan batubara A1 adalah *Subbituminous A Coal* sedangkan peringkat lapisan batubara A2, B, B1, B2, dan C adalah *High volatile C Bituminous*.

Kata Kunci: Pemetaan geologi, Formasi Muaraenim, batubara, penyebaran, sumberdaya, kualitas

Abstract - The research was conducted in an area of 52.8 km². The rock units found can be divided into six rock units, namely the Sandstone Unit, the Claystone Unit including the seven main coal lapisans in it (coal lapisans A1, A2, B, B1, B2, C, D). Sandstone - Siltstone Unit including four hanging coal lapisans, Sandstone - Tuff Unit, Intrusion Andesite Unit, and Alluvial Unit. The Claystone Unit and Sandstone – Siltstone Unit are equivalent to the Muaraenim Formation, which is a coal-bearing formation in the study area. The coal seams in the study area are deposited in the Lower delta plain – Transitional lower delta plain – Upper delta plain. The increase in coal maturity of several samples from the main coal seam was caused by the influence of the heat of intrusion. The results of the calculation of coal resources are based on surface mapping data and supported by 27 drill well data belonging to PT. Bukit Asam, Tbk., It was found that the hanging coal lapisan resource content was 25,570,170 tons and the main coal lapisan was 1,275,631,640 tons. The coal quality rating in the hanging coal lapisan is Subbituminous B Coal, A1 coal lapisan is Subbituminous A Coal while the A2, B, B1, B2, and C coal lapisan ratings are High volatile C Bituminous.

Keywords: Geological mapping, Muaraenim Formation, coal, distribution, resources, quality

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumberdaya alam yang melimpah karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu; Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Interaksi lempeng-lempeng tersebut menyebabkan Indonesia memiliki cekungan-cekungan sedimen yang terisi oleh material-material sedimen, salah satunya adalah batubara (De Coster, 1974).

Menurut Horne dkk., (1979) lingkungan pengendapan batubara merupakan salah satu kendali utama yang mempengaruhi pola sebaran, ketebalan, kemenerusan, kondisi *roof*, abu dan sulfur pada batubara, Horne dkk., (1979) membagi lingkungan pengendapan menjadi empat kelompok utama yaitu Lingkungan *Back Barrier* dicirikan oleh lapisan batubara yang tipis, pola sebarannya memanjang sejajar sistem penghalang, bentuk

lapisan melembar karena dipengaruhi tidal channel setelah pengendapan atau bersamaan dengan proses pengendapan dan kandungan sulfurnya tinggi. Lingkungan *lower delta plain* dicirikan oleh batubara mengkilap, sulfurnya agak tinggi. Lapisan batubaranya tipis.

Lingkungan *transitional lower delta plain* dicirikan oleh lapisan batubara tebal dapat lebih dari 10 m, tersebar meluas cenderung memanjang jurus pengendapan, kandungan sulfurnya agak rendah. Lingkungan *upper delta plain-fluvial* dicirikan oleh batubaranya hitam mengkilap kandungan sulfurnya rendah. Lapisan batubaranya tebal, sebaran luas dan memanjang sejajar jurus pengendapan. kemenerusan lateral sering terpotong channel dan terdapat *splitting*.

Endapan batubara tersebar di Indonesian terutama di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera. Salah satu formasi pembawa batubara di pulau Sumatera adalah Formasi Muaraenim di Cekungan Sumatera Selatan merupakan formasi endapan batubara yang bernilai ekonomis untuk di eksplorasi (Shell Mijnbouw, 1976). Salah satu daerah yang prospek adalah daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muaraenim Provinsi Sumatera Selatan. Oleh karena itu, dibutuhkan pemahaman geologi dan studi batubara yang baik pada daerah tersebut baik untuk tujuan akademis atau kegiatan eksplorasi.

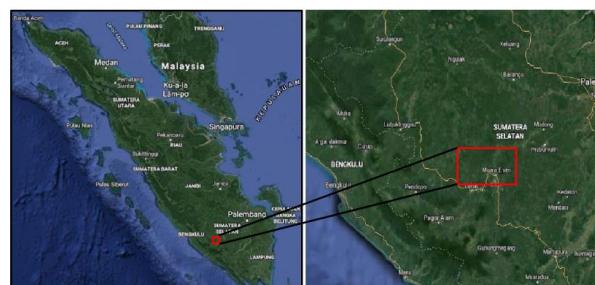
Penelitian ditujukan untuk mempelajari geologi dan karakteristik batubara termasuk lingkungan pengendapan batubara yang terdapat di daerah Tanjung Enim dan sekitarnya serta memperbaharui data geologi yang sebelumnya sudah ada.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna dan berkontribusi bagi pengembangan kegiatan eksplorasi batubara di daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muaraenim, Provinsi Sumatera Selatan.

1.1 Lokasi dan Kondisi Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian terletak di wilayah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muaraenim, Provinsi Sumatera Selatan dan secara Geografis lokasi penelitian berada pada koordinat 359900 – 368720 mT dan 9580131

– 9586112 mS dengan luas area penelitian 52,8 km² (8,8 x 6 km) (**Gambar 1**).



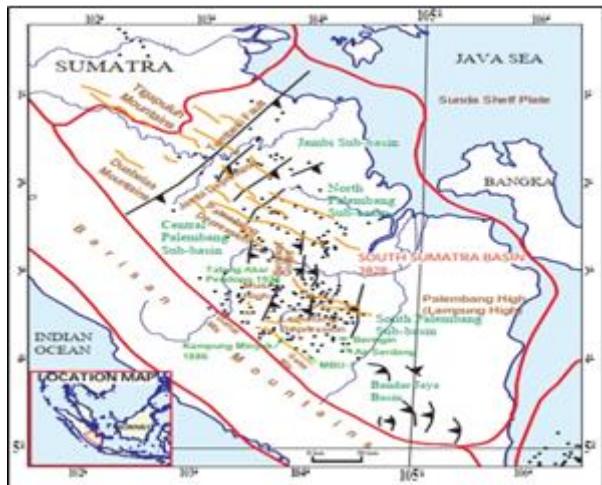
Gambar 1. Lokasi Penelitian.

1.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap: *Desk Study* berupa studi literatur; *Field Study* berupa pengamatan dan pengambilan data lapangan sebagai data primer berupa data geomorfologi, struktur geologi dan singkapan batuan; Laboratorium dan Studio berupa analisis kimia batubara berbasis *Air Dry Basis* (ADB) dan *As Reseive* (AR) di Laboratorium dan interpretasi berdasarkan hasil analisis data lapangan dan laboratorium serta data sekunder berupa data pengeboran dan kualitas batubara yang didapat dari ini PT. Bukit Asam Tbk yang dilakukan didalam daerah penelitian dengan menggunakan perangkat lunak *Minescape* 5.7 untuk mengolah data.

1.3 Geologi Regional

Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur belakang yang memiliki luas area mencapai 117.000 km². Pembentukan cekungan ini dipengaruhi oleh interaksi lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia pada zaman Kapur Akhir hingga Tersier Awal. Cekungan ini terisi oleh sedimen dengan ketebalan sedimen mencapai 4000-7000 m (De Coster, 1974). Cekungan Sumatera selatan terdiri atas empat sub-cekungan, yaitu Sub-cekungan Jambi, Sub-cekungan Palembang Utara, Sub-cekungan Palembang Tengah dan Sub-cekungan Palembang Selatan (Bishop, 2001) (**Gambar 2**), yang dibatasi dan dikelilingi oleh blok patahan yang membentuk tinggian (Barber, dkk, 2005), berupa Tinggian Tigapuluh di barat laut, Tinggian Musi dan Kuang di barat daya, serta Tinggian Palembang, Tamiang dan Lampung di bagian selatan dan tenggara.



Gambar 2. Pembagian Sub-Cekungan Sumatera Selatan (Bishop, 2001).

Tinggian Tigapuluh di bagian barat laut ini menjadi pembatas antara Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah. Pegunungan Bukit Barisan yang berumur Plio-Plistosen juga menjadi pembatas cekungan di sisi baratdaya. Bagian timur dari Cekungan Sumatera Selatan ini berbatasan dengan Paparan Sunda, sedangkan di bagian tenggara dibatasi oleh Tinggian Lampung yang sekaligus menjadi pembatas antara Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sunda.

Cekungan Sumatera Selatan terbentuk pada kala Eosen Akhir – Oligosen Awal, pada waktu yang relatif bersamaan terbentuk juga Cekungan Sumatera Utara dan Cekungan Sumatera Tengah. Cekungan Sumatera Selatan memiliki sejarah struktur dan sedimentasi yang mirip dengan Cekungan Sumatera Tengah (Barber, dkk, 2005).

Pembentukan cekungan Sumatera Selatan dipengaruhi oleh dua fase tektonik utama yaitu fase tektonik ekstensional dan fase tektonik kompresional (Daly, dkk, 1991). Proses kolisi ini menyebabkan terjadinya rotasi searah jarum jam dan mengakibatkan perubahan kedudukan Pulau Sumatera yang semula cenderung memiliki orientasi barat-timur menjadi barat laut-tenggara (Daly, dkk, 1991), sehingga sistem *horst* dan *graben* yang semula memiliki kecenderungan arah utara-selatan berubah menjadi utara-timurlaut – selatan-baratdaya (Ginger dan Fielding, 2005). Struktur geologi yang berkembang di Cekungan Sumatera Selatan terdiri dari struktur lipatan dan sesar (Barber, dkk, 2005).

2. GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

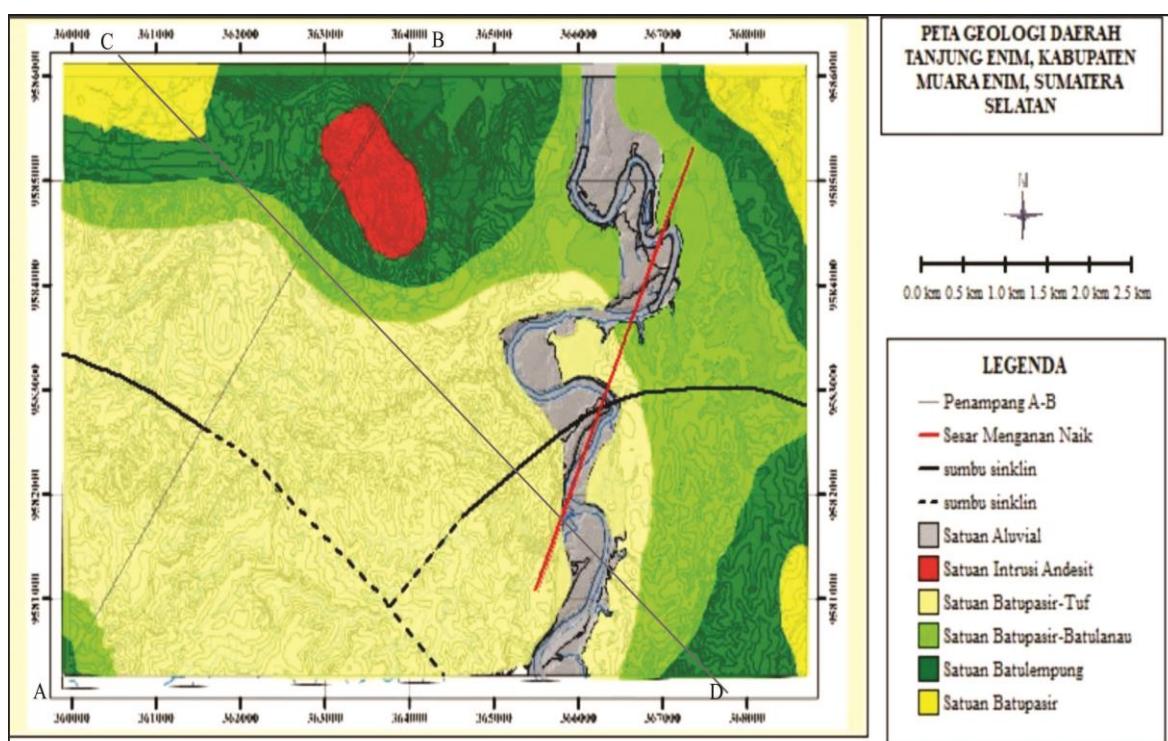
Daerah penelitian merupakan daerah pertambangan yang didominasi oleh perbukitan dan bentuk bentang alam yang sudah tidak alami akibat adanya aktifitas penambangan yang sudah berlangsung lama (antropogenik), dengan elevasi -200 hingga 280 mdpl. Pola kontur yang teramat yaitu pola renggang hingga sangat rapat.

2.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi daerah pemetaan dikelompokkan dalam 6 satuan batuan tidak resmi, dengan urutan dari tua ke muda sebagai berikut (**Gambar 3**): Satuan Batupasir; Satuan Batulempung; Satuan Batupasir-Batulanau; Satuan Batupasir-Tuf; Satuan Intrusi Andesit dan Satuan Aluvial. Penyebaran lateral dari masing-masing satuan dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Umur	Formasi	Satuan	Simbol	Deskripsi	Lingkungan Pengendapan
Holosen		Aluvial	[Symbol: small circles]	Berupa material lepas berukuran pasir sampai bongkah, tersusun atas konglomerat, Batupasir, Batulempung, Batuanbeku Andesit, batuapung dan Tuf	Darat
Plistosien	Kasai	Batupasir - Tuf	[Symbol: cross-hatch, plus signs, diagonal lines]	Perselingan batupasir tufan dan tuf dengan sisipan batulempung, banyak mengandung fosil kayu terkarsikan. Batupasir tufan, coklat terang - abu abu, pasir halus - sedang, membundar tanggung, sorting baik, struktur sedimen <i>garaded bedding, cross bedding</i> , dan laminasi sejarah. Tuf, putih - putih kecoklatan, porositas baik, komposisi utama gelasdak sedikit mineral mafik, pumice tersebar dalam batuan	Darat
Miosen	Akhir	Batupasir - Batulanau	[Symbol: horizontal lines]	Perselingan batupasir dan batulanau dan batubara. Batupasir, abu abu kecoklatan, berukuran halus - sedang, membundar tanggung, sorting baik, kemas tertutup, kompak sedang, porositas baik, struktur sedimen laminasi sejarah dan silang, cross bedding, sisipan tipis batubara/karbon. Batulanau, coklat terang, kompak sedang, struktur sedimen laminasi sejarah dan silang dan <i>cross bedding</i> serta <i>load cast</i> . Batubara, hitam mengkilap, <i>cleat</i>	
Tengah	Akhir	Muara Enim	Bawah	Batulempung sisipan batupasir dan batubara. Batulempung, abu abu gelap - coklat, konkoidal. Batupasir sedang, abu abu terang, membundar tanggung, sorting baik, kemas terbuka, porositas baik, mengandung pecahan karbon, struktur sedimen laminasi sejarah dan silang. Batubara, coklat- hitam, keras - sangat keras, cleat, parting berukuran lanau, ketebalan bervariasi (cm - 26 m). Pada daerah dekat intrusi batuara menjadi sangat keras dan hitam mengkilap	Lower delta plain - Transitional delta plain - Upper delta plain
Air Benakat	Batupasir			Batupasir kasar, abu-abu, membundar tanggung, sorting jelek, kemas terbuka, semen karbonat, mengandung cangkang Moluska laut, struktur sedimen <i>graded bedding</i> , parallel laminasi, <i>ripple</i> , konvolut	Marine (Delta Front)

Gambar 3. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian.

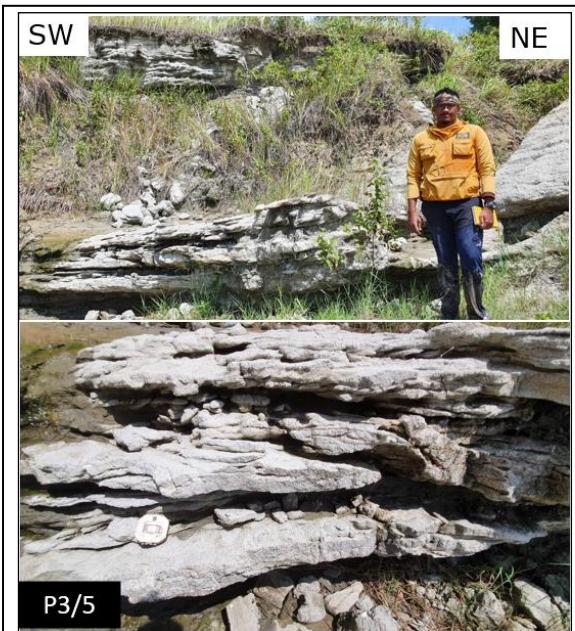


Gambar 4. Peta Geologi Daerah Penelitian.

Satuan Batupasir

Satuan Batupasir merupakan satuan paling tua pada daerah penelitian tersusun oleh: Batupasir, abu-abu, ukuran butir pasir kasar, membundar tanggung, sortasi buruk, kemas terbuka, terdiri dari fragmen litik dan cangkang moluska dengan ukuran (0.5 – 1 mm), matriks pasir halus semen karbonatan, *hard – friable*, porositas baik, permeabilitas baik, struktur sedimen *graded bedding*, parallel laminasi dan *ripples*, konvulut.

Satuan Batupasir ini disetarakan pada Formasi Air Benakat yang berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir berdasarkan (Amijaya and Littkeand Litke, 2004), yang diendapkan pada fasies *Delta Front* dengan ciri sistem pengendapan *gravity mass flow* (**Gambar 5**).



Gambar 5. Singkapan Batupasir Kasar (360491 9585733 UTM).

Satuan Batulempung

Satuan Batulempung diendapkan secara selaras diatas Satuan Batupasir dengan ketebalan mencapai 150-400m, tersusun atas batulempung dengan sisipan batupasir dan batubara. Batulempung, warna abu gelap – abu cokelat gelap, *hard – friable*, pecahan *conchoidal*. (**Gambar 6**).



Gambar 6. Singkapan Batulempung.

Batupasir sedang, warna abu-abu terang, butir membundar tanggung, sortasi baik, kemas terbuka, terdiri dari fragmen litik, matriks lempung, *hard – friable*, porositas baik, permeabilitas baik, terdapat struktur sedimen *parallel lamination* dengan pecahan karbon pada batas batas lapisan nya (**Gambar 7**).



Gambar 7. Singkapan Sisipan Batupasir Sedang (362812 9584836 UTM).

Satuan Batulempung disetarakan pada Formasi Muara Enim Bawah yang berumur pliosen awal - pliosen akhir (Amijaya and Littke, 2004), yang diendapkan pada lingkungan pengendapan transisional pada fasies *delta plain* dengan pengaruh pasang surut yang lebih dominan (*tidal dominated*).

Satuan Batupasir-Batulanau

Satuan Batupasir-Batulanau diendapkan secara selaras diatas Satuan Batulempung, dengan ketebalan 160-200 m. Litologi penyusun terdiri dari perselingan batupasir dan batulanau dan batubara. Batupasir halus-sedang, warna abu-abu kecoklatan, butir membundar, sortasi baik, kemas tertutup, *friable*, porositas baik, permeabilitas baik.

Terdapat struktur *parallel lamination*, *cross lamination* dan *cross bedding* dengan sisipan tipis fragmen karbon berwarna hitam. Batulanau, coklat terang, sortasi baik, kemas

tertutup, *friable*, porositas buruk, permeabilitas baik. Terdapat struktur *parallel lamination*, *cross lamination* dan *load bedding* (**Gambar 8**).



Gambar 8. Singkapan Batupasir dengan struktur sedimen silang siur, lapisan bersusun dan palalel laminasi.

Satuan Batupasir - Batulanau disetarakan pada Formasi Muara Enim Atas yang berumur Pliosen Akhir - Plistosen (Amijaya and Littke, 2004) yang diendapkan pada fasies *delta plain* dengan pengaruh fluvial yang lebih dominan (*fluvial dominated*) dibuktikan dengan kemunculan *channel cross bedding*.

Satuan Batupasir -Tuf

Satuan ini memiliki ketebalan lebih dari 500m, diendapkan secara tidak selaras diatas Satuan Batupasir-Batulanau. Litologi penyusun berupa perselingan tuf dan batupasir tufan. Di beberapa tempat terdapat scoria dan sisipan batulempung (**Gambar 9**). Tuf berwarna putih, ukuran debu halus, porositas baik, komposisi dominan kristal dan gelas serta terdapat fragmen *pumice* yang tersebar dalam tubuh batuan; Batupasir tufan, coklat gelap, ukuran butir pasir halus – pasir sedang, membundar tanggung, pemilahan cukup baik, *parallel lamination*, *cross bedding* dan *normal gradded bedding*; Batulempung, warna cokelat terang, pecah konkoidal (**Gambar 10**). Satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *terrestrial* (fluvial) dibuktikan dengan adanya fosil kayu dan struktur sedimen *normal gradded bedding*. Berdasarkan pada kesesuaian umur dan ciri litologi serta keterdapatnya fosil kayu (**Gambar 11**) sebagai fosil penciri Formasi Kasai, maka satuan ini disetarakan pada Formasi Kasai yang berumur Pliosen Akhir –

Plistosen berdasarkan (Amijaya and Littke, 2004).



Gambar 9. Singkapan Perselingan Batupasir tufan dan Tuf menunjukkan struktur sedimen berupa *parallel lamination* dan *Thinning Upward* (364682 9583190 UTM).



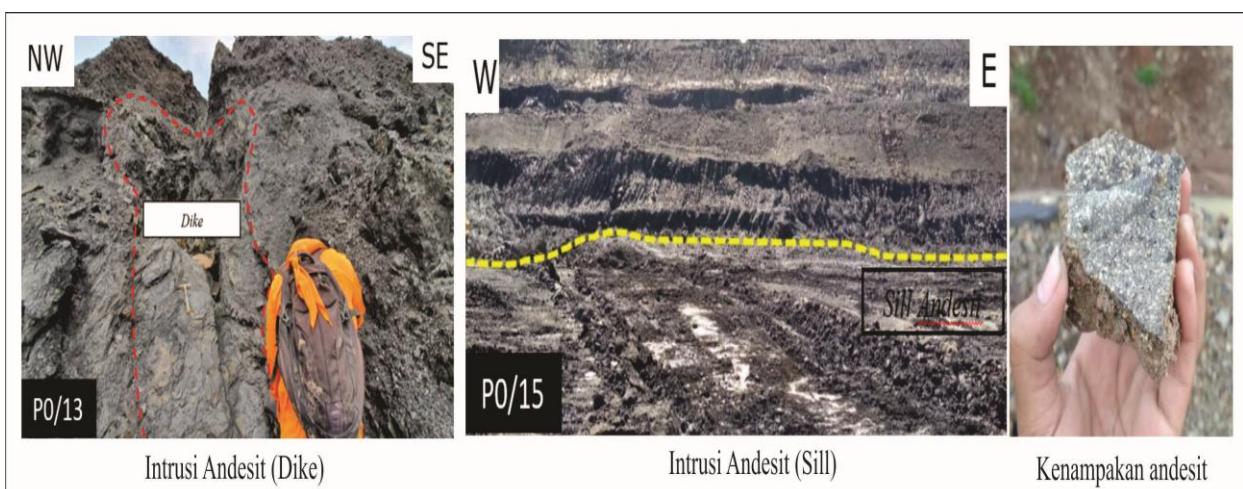
Gambar 10. Singkapan Batulempung (365703 9581239 UTM.).



Gambar 11. Fosil Kayu Pada Satuan Batupasir - Tuf (365703 9581239 UTM).

Satuan intrusi andesit

Satuan Intrusi Andesit mengintrusi batuan lainnya berupa *dike* di bagian utara daerah penelitian dan berupa *sill* di sebelah timur. (**Gambar 12**). Andesite, warna abu-abu, tekstur porfiroafanitik, ukuran fenokris <1mm berupa plagioklas (30%) dan masa dasar mineral berwarna abu-abu (70%). Kondisi batuan agak lapuk.



Gambar 12. Singkapan andesit sebagai dike, sill.

Satuan Intrusi Andesit mengintrusi Satuan Batupasir – Tuf yang disetarakan dengan Formasi Kasai, sehingga diperkirakan Satuan Intrusi Andesit ini berumur Plistosen Akhir.

Satuan Aluvial

Tersusun atas fargmen batuan berukuran bongkah sampai pasir dengan komposisi berupa konglomerat, batupasir, batulempung, andesit, *pumice*, dan tuf. Satuan ini memiliki umur yang paling muda (Holosen) menutupi

semua lapisan batuan secara tidak selaras.

2.2 Kompleksitas Geologi

Dalam pengkajian tentang sumberdaya batubara perlu diperhatikan kompleksitas geologi daerah yang megadung batubara tersebut yang ditinjau dari aspek sedimentasi, aspek tektonik, dan juga variasi kualitas (SNI 5015, 2019). Kompleksitas geologi daerah penelitian termasuk dalam klasifikasi kompleksitas geologi moderat (**Tabel 1**).

Tabel 1. Klasifikasi Kompleksitas Geologi Berdasarkan (SNI 5015, 2019).

Kondisi Geologi Parameter	Sederhana	Moderat	Kompleks
I.A. Aspek Sedimentasi			
1. Variasi Ketebalan	sedikit bervariasi	bervariasi	sangat bervariasi
2. Kesinambungan	ribuan meter	ratusan meter	puluhan meter
3. Percabangan	hampir tidak ada	beberapa	banyak
I.B. Aspek Tektonik			
1. Sesar	hampir tidak ada	jarang	rapat
2. Lipatan	hampir tidak terlipat	terlipat sedang	terlipat kuat
3. Intrusi	tidak berpengaruh	berpengaruh	sangat berpengaruh
4. Kemiringan	landai	sedang	terjal
II. Variasi Kualitas	sedikit bervariasi	bervariasi	sangat bervariasi

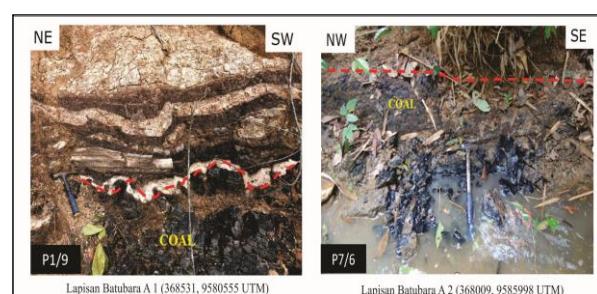
2.3 Batubara Daerah Penelitian

Formasi Muaraenim terbagi menjadi dua bagian, yaitu: *Lower MPa (Middle Palembang dat)* dan *Upper MPb (Middle Palembang dbT)*. Kedua bagian tersebut terbagi lagi menjadi M1-M4. MPa dan MPb masing-masing mengandung 8 lapisan batubara. Beberapa lapisan batubara hanya berupa lapisan tipis yang tidak menerus dan sebagian yang lain merupakan lapisan batubara tebal dengan tebal maksimum 140 m (Amijaya and Littke, 2004). Lapisan batubara yang bernilai ekonomis untuk di eksploitasi adalah lapisan yang berasal dari bagian atas MPa (Mangus, Suban Petai). Di Tanjung Enim, Lapisan Batubara Mangus, Suban, dan Petai masing-masing mengalami splitting sehingga terpisah menjadi 2 lapisan yang dinamakan *upper* (A1) dan *lower* (A2) (**Gambar 12**), Lapisan Batubara Mangus, *Upper* (B1) dan *Lower* (B2) Lapisan Batubara Suban dan *Upper* (C1) dan *Lower* (C2), Lapisan Batubara Petai (Mijnbouw, 1976) serta Lapisan batubara gantung yang memiliki variasi ketebalan 1 – 26,5 meter dengan sisipan Batulanau tufan dengan tebal mencapai 2,5 meter.

Lapisan batubara A1 memiliki variasi ketebalan 6,5 – 10 meter dengan 3 lapisan pengotor (*parting*) berupa Batulempung tufan,

variasi ketebalan lapisan 1-15 cm. Pada bagian bawah lapisan batubara A1, dijumpai lensa-lensa batulanau yang setempat mengalami ubahan menjadi silika (silisifikasi) dengan variasi ketebalan 2-15 cm yang ditemukan pada jarak 0,4 – 2,6 meter dari alas lapisan A1.

Lapisan Batubara A2 (Gambar 13) memiliki variasi ketebalan 5 – 12 meter dengan pengotor (*parting*) berupa batulempung karbonan dengan tebal 2-15 cm. Pada bagian bawah lapisan batubara A2, dijumpai lensa-lensa batulanau dengan variasi ketebalan 1-15cm yang setempat mengalami ubahan silisifikasi dengan jarak 0,9 – 3,3 m. dari alas batubara A2.



Gambar 13. Singkapan Lapisan Batubara A2 (368009, 9585998 UTM).

Lapisan Batubara B (Gambar 14) memiliki variasi ketebalan 15 - 20m. dengan rata-rata tebal 17 meter. Pada daerah Air laya, umumnya lapisan ini ditemukan sebagai satu tubuh lapisan batubara B secara utuh dan pada daerah Bangko barat ditemukan dengan kondisi mengalami percabangan menjadi lapisan batubara B1 dan lapisan batubara B2.

Lapisan batubara B1 memiliki variasi ketebalan 6 – 13m. terdapat 3 lapisan batulempung karbonan, ketebalan setiap

lapisan 2-15 cm sebagai pengotor (*parting*).

Lapisan batubara B2 memiliki variasi ketebalan 3 – 5m. terdapat 1 lapisan batulempung lanauan karbonan sebagai pengotor (*parting*), ketebalan 2-8 cm. Pada bagian bawah lapisan batubara B2, dijumpai lensa-lensa batulanau dengan ketebalan 1-15 cm, setempat mengalami ubahan menjadi silika (silisifikasi), pada posisi 1,1 – 3,3meter dari *base* lapisan B2.



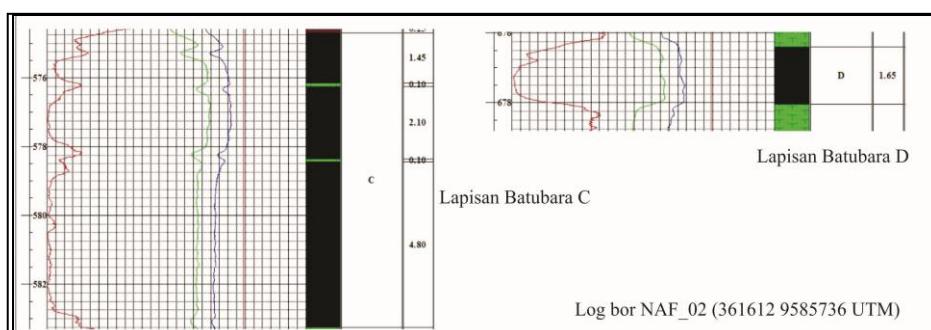
Gambar 14. Singkapan Batubara lapisan B, B1 dan B2.

Lapisan Batubara C (Tidak Tersingkap di Permukaan) Lapisan ini didapat dari hasil pengeboran (**Gambar 15**), variasi ketebalan 6 – 10 meter, terdapat 2 lapisan pengotor (parting) berupa Batulanau karbonan dan Batulempung yang memiliki ketebalan 2-10 cm. Pada bagian bawah lapisan C ini, dijumpai lensa Batulanau yang setempat mengalami ubahan menjadi silika (silisifikasi)

dengan variasi ketebalan 2-15 cm yang ditemukan pada jarak 0,7 – 3 m. dari alas lapisan C.

Lapisan Batubara D

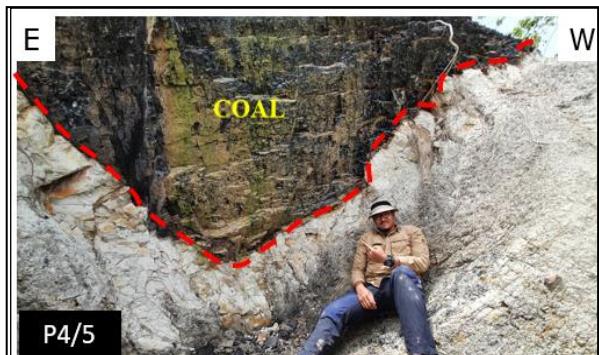
Sama dengan lapisan C, lapisan batubara D didapat dari hasil pengeboran (**Gambar 15**) dengan ketebalan 1,65 meter, berwarna hitam, kusam, *hard-friable*, Segar.



Gambar 15. Log geofisika hasil pengeboran yang menunjukkan lapisan C dan D.

Lapisan batubara gantung (Gambar 16)

Lapisan batubara ini memiliki ketebalan 1 – 26,5 meter, terdapat lapisan pengotor (*parting*) dan sisipan berupa Batulanau tufan dengan tebal mencapai 2,5 m. Pada daerah penelitian terdapat 4 lapisan Batubara Gantung yang dibagi menjadi lapisan Batubara Gantung 1, lapisan Batubara Gantung 2, lapisan Batubara Gantung 3, lapisan Batubara Gantung 4.



Gambar 16. Singkapan Lapisan Batubara Gantung (364686, 9583675 UTM).

3. SUMBERDAYA BATUBARA

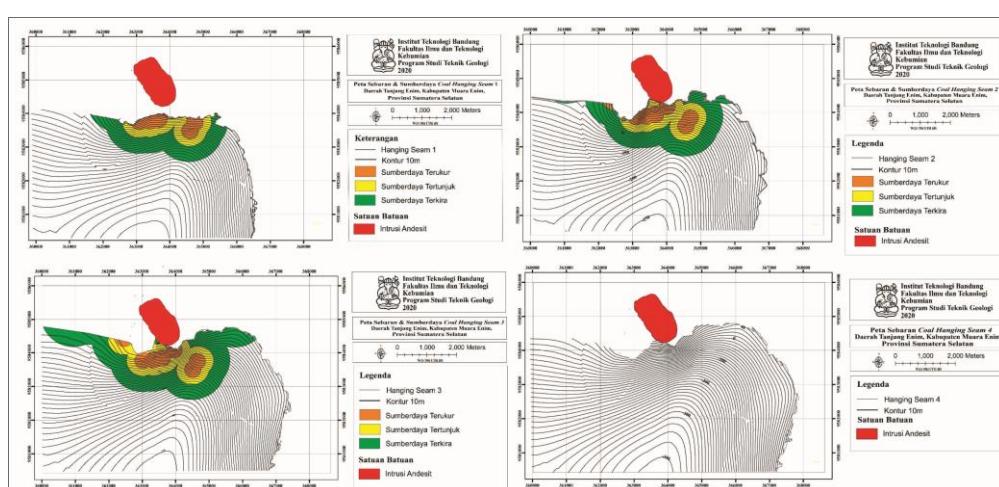
Perhitungan didasarkan data singkapan permukaan yang didukung dengan pengeboran. Pengambilan data pada daerah penelitian dilakukan pada 27 titik Bor dengan kedalaman yang bervariasi antara 25,4 – 686 meter.

Berdasarkan data singkapan, *core* bor dan *Final Log* pada 27 sumur pengeboran didapatkan 11 lapisan batubara yang terdiri dari empat lapisan Batubara Gantung yang

diberi nama Lapisan Batubara Gantung 1, Lapisan Batubara Gantung 2, Lapisan Batubara Gantung 3, dan Lapisan Batubara Gantung 4 serta 7 lapisan batubara utama yang diberi nama Lapisan Batubara A1, Lapisan Batubara A2, Lapisan Batubara B, Lapisan Batubara B1, Lapisan Batubara B2, Lapisan Batubara C, dan Lapisan Batubara D. Lapisan batubara tersebut dinamai berdasarkan urutan termuda dan juga karakteristik tiap lapisan batubara. Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan model penyebaran lapisan batubara ini adalah *Minescape 5.7*.

Lapisan Batubara Gantung (Gambar 17)

Batubara *Lapisan Batubara Gantung 1* dapat ditemukan dari 5 data survai dan data litologi bor. Berdasarkan pemodelan yang dibuat terlihat Batubara Gantung 1 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif timur laut – barat daya. Lapisan Batubara Gantung 2 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif timur laut – barat daya. Lapisan Batubara Gantung 3 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif timur laut – barat daya. Lapisan Batubara Gantung 4 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif barat laut – tenggara pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian.

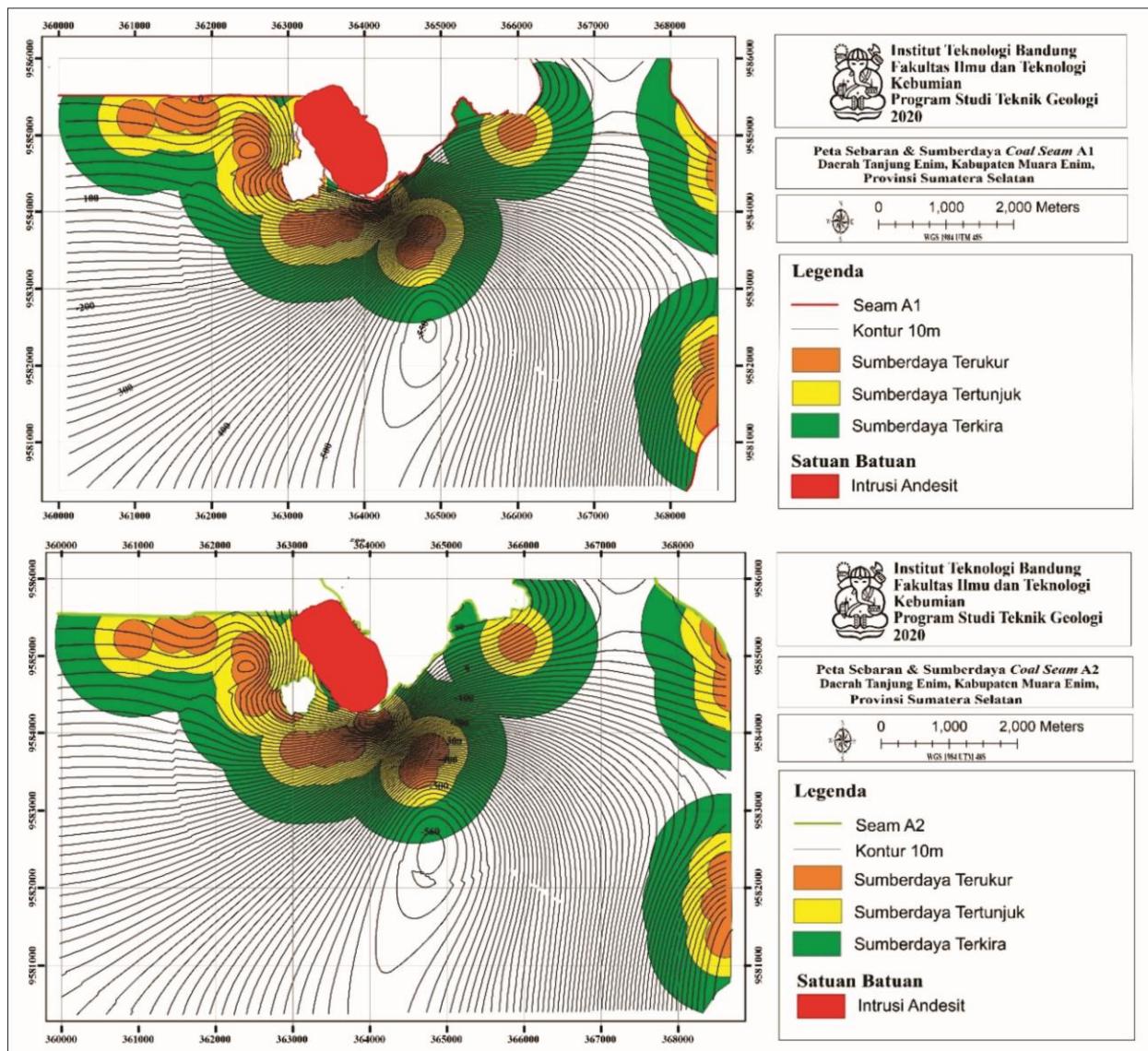


Gambar 17. Penyebaran Lapisan Batubara Gantung dan perhitungan sumberdaya.

Lapisan Batubara A (Gambar18)

Batubara A1 dapat ditemukan dari 23 data survai dan data litologi bor. Berdasarkan pemodelan yang dibuat maka dapat diketahui bahwa lapisan batubara A1 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif barat laut – tenggara pada bagian timur

daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian. Lapisan batubara A2 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif barat laut – tenggara pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian.

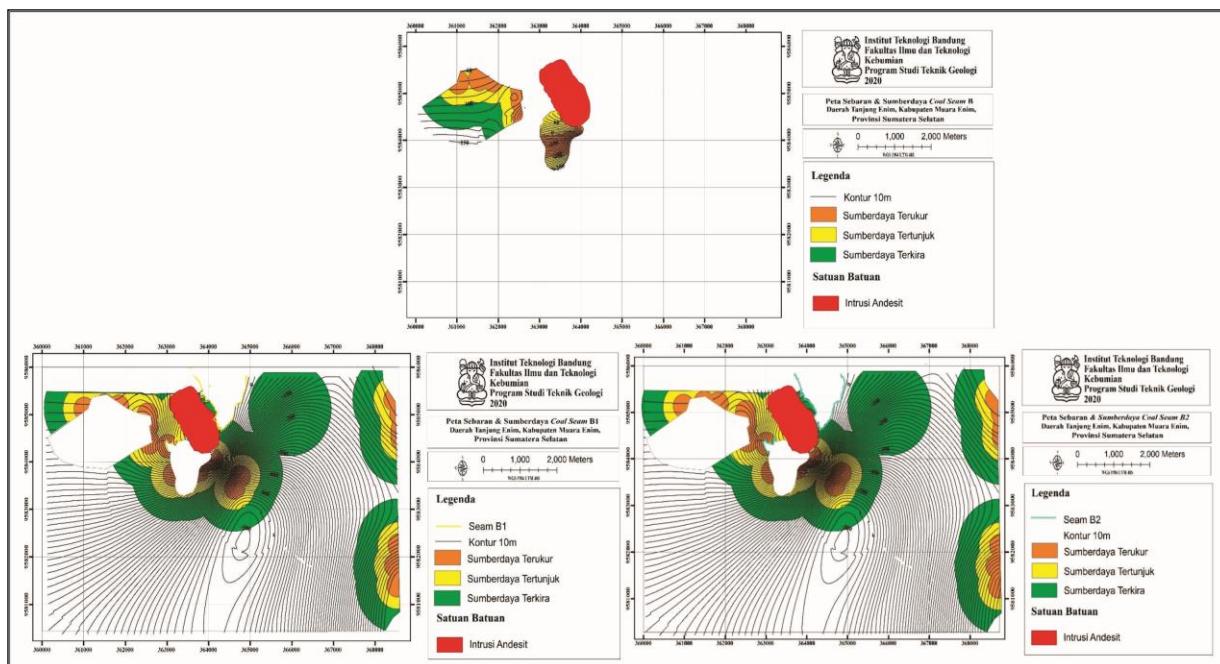


Gambar 18. Penyebaran Lapisan Batubara A1 dan A2.

Lapisan Batubara B (Gambar 19)

Batubara B ditemukan dari 9 data survei dan data pengeboran. Pola penyebaran endapan batubara B, dengan secara setempat pada bagian utara daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif timur laut – barat daya. Lapisan batubara B1, yang tersebar tersebut arah penyebaran relatif barat laut – tenggara

pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian. Lapisan batubara B2 tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif barat laut – tenggara pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian.

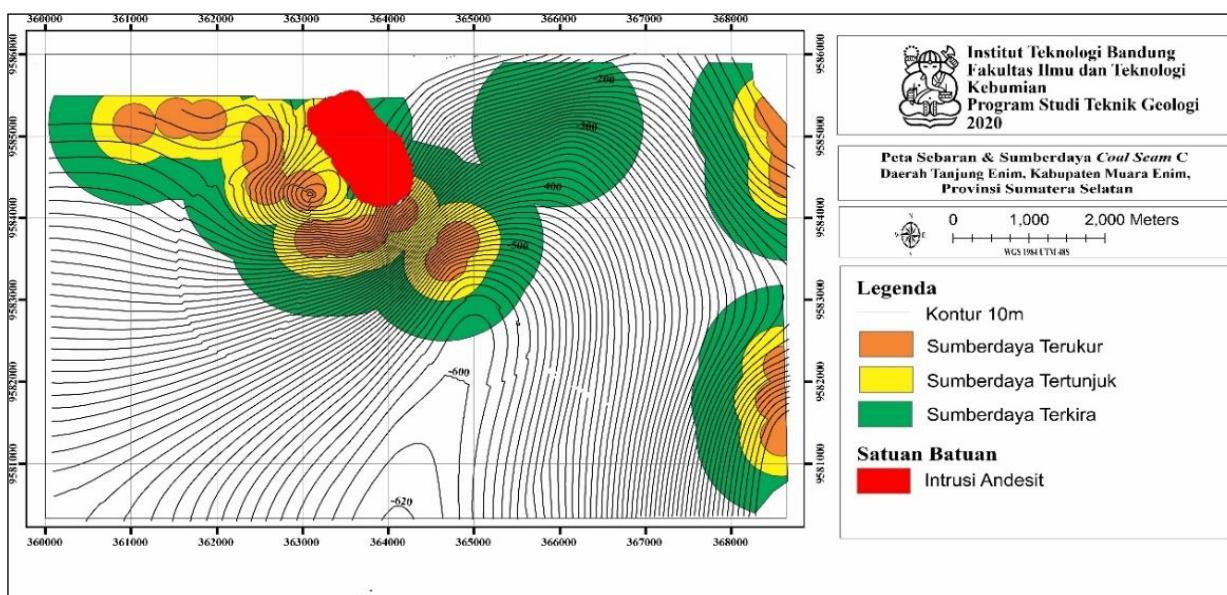


Gambar 19. Penyebaran batubara Lapisan B, B1 dan B2 serta perhitungan sumberdaya.

Lapisan Batubara C (Gambar 20)

Batubara C ditemukan dari 14 data survei dan data pengeboran bor. Pola penyebaran endapan batubara C yang tersebar pada daerah penelitian dengan arah penyebaran relatif

barat laut – tenggara pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian.

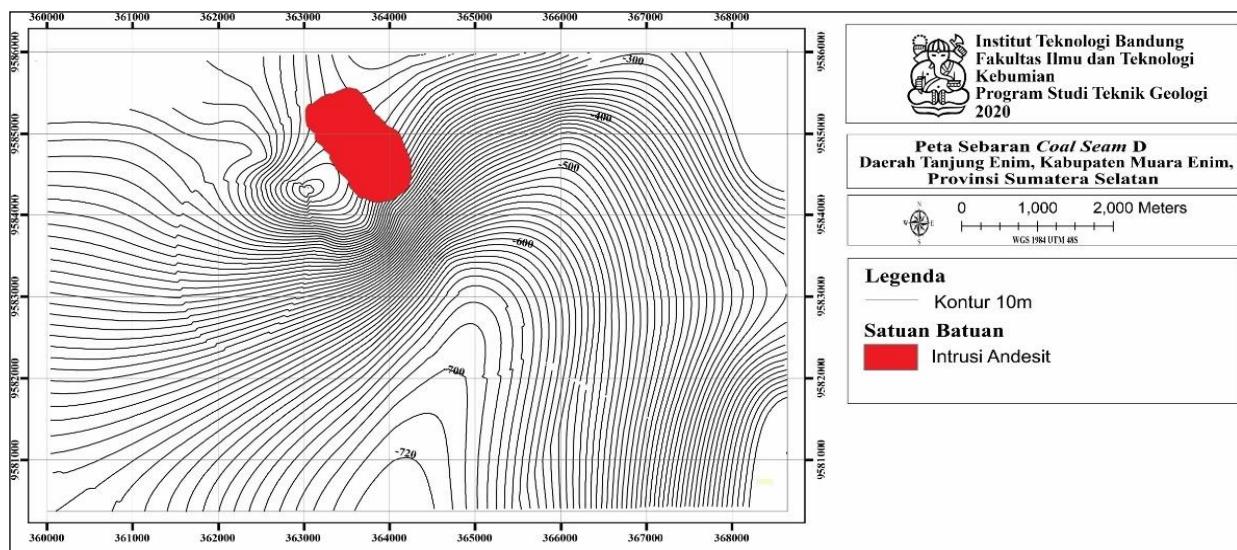


Gambar 20. Penyebaran Lapisan Batubara C dan perhitungan sumberdaya.

Lapisan Batubara D

Batubara D hanya dapat ditemukan dari 1 data survei dan data pengeboran sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan sumberdaya. Pola penyebaran batubara D tersebar pada daerah

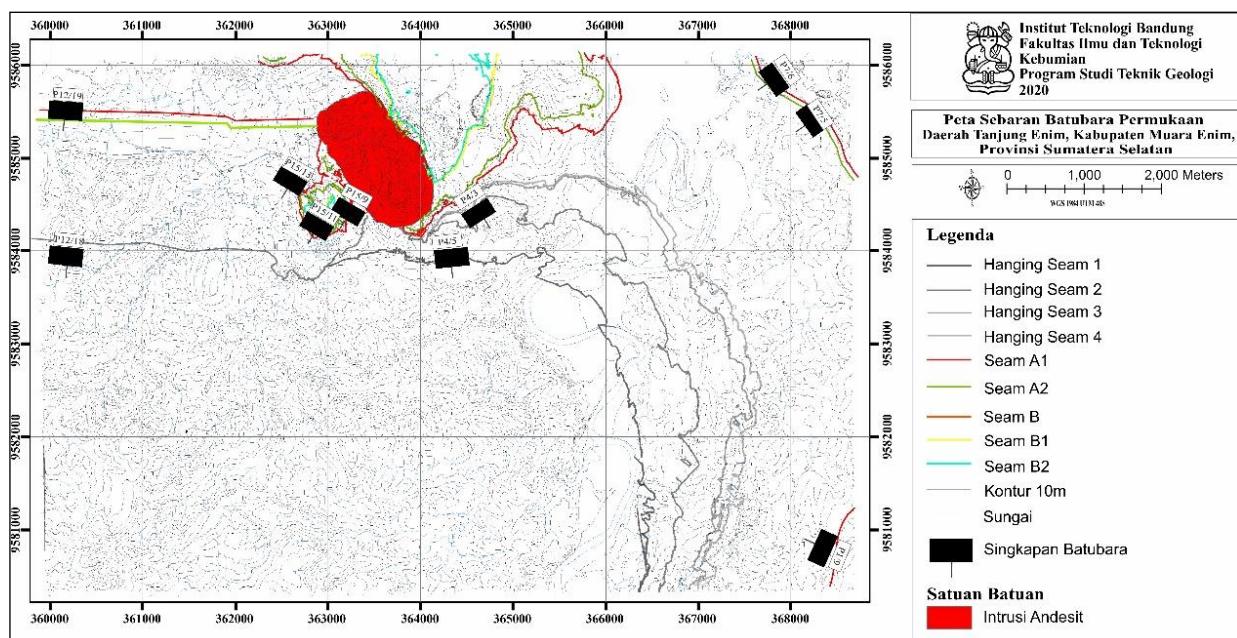
penelitian dengan arah penyebaran relatif barat laut – tenggara pada bagian timur daerah penelitian dan relatif timur laut – barat daya pada bagian barat daerah penelitian (**Gambar 21**).



Gambar 21. Penyebaran Lapisan Batubara D.

Dari data singkapan, kedalaman dan sebaran 27 sumur pengeboran dibuat peta persebaran batubara permukaan (**Gambar 22**) yang dikontrol oleh tiga arah garis penampang

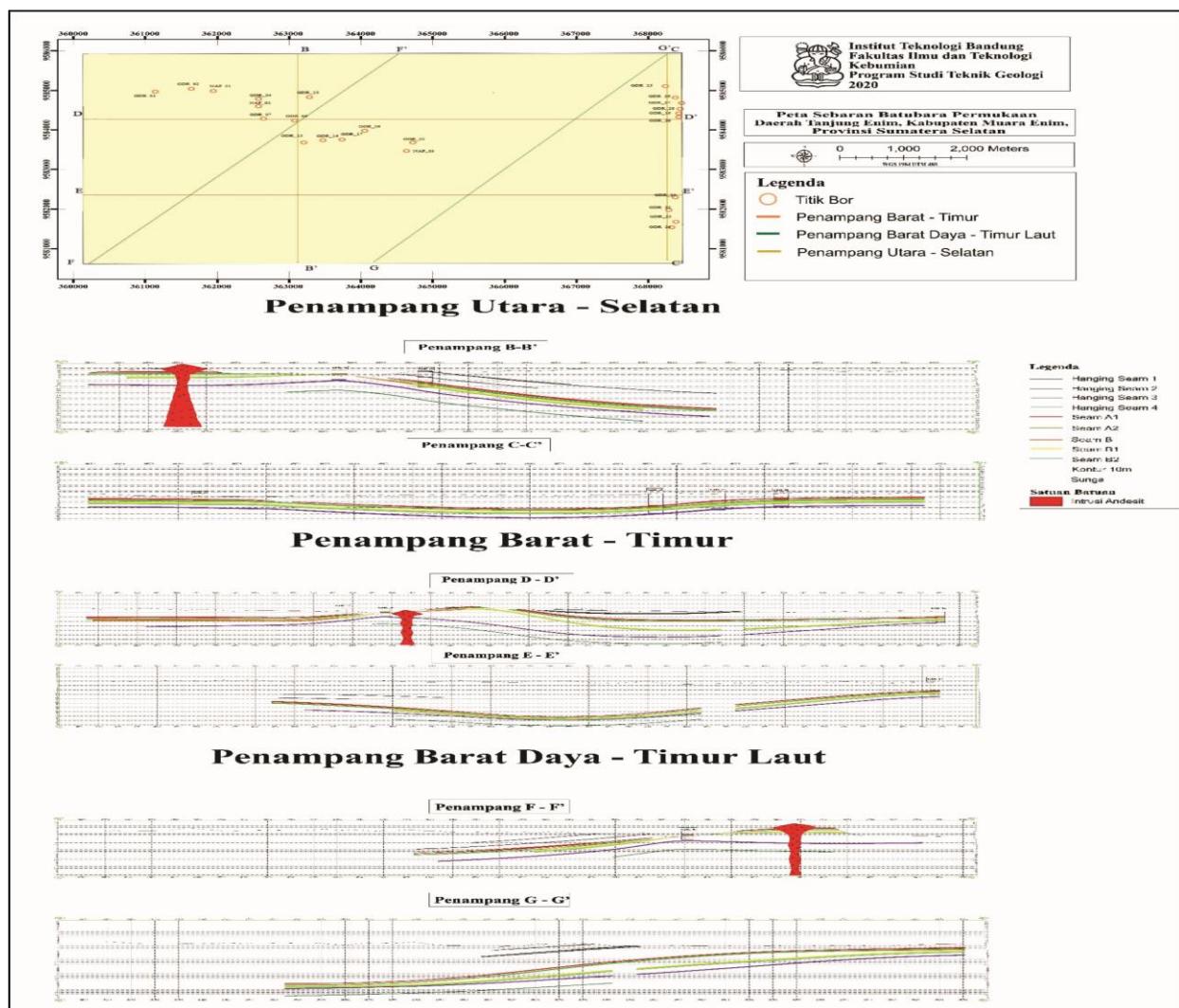
korelasi. Garis penampang dengan menggunakan software Minescape 5.7.



Gambar 22. Penyebaran Batubara Permukaan.

Pada sayatan berarah Utara-Selatan 2 garis penampang B-B' dan C-C' ini menghasilkan pemodelan pola penyebaran endapan batubara relatif Timur - Barat. Sayatan berarah Timur-Barat dibuat dua garis sayatan penampang D-D' dan E-E' menggambarkan pola penyebaran

endapan batubara relatif Utara-Selatan dan sayatan berarah Barat Daya-Timur Laut dibuat 3 garis penampang menghasilkan pola penyebaran endapan batubara relatif Barat Daya-Tenggara. (**Gambar 23**).



Gambar 23. Penampang korelasi data bor.

3.1 Perhitungan Sumberdaya

Mengacu pada pedoman pelaporan, sumberdaya, dan cadangan batubara (SNI 5015: 2019), perhitungan sumberdaya diklasifikasikan berdasarkan kompleksitas

geologi yaitu geologi sederhana, moderat, dan kompleks. Kompleksitas geologi daerah penelitian telah dibahas sebelumnya termasuk kelompok moderat.

Tabel 2. Jarak Titik Informasi Sesuai Kondisi Geologi.

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumberdaya		
		Tereka	Tertunjuk	Terukur
Sederhana	Jarak titik informasi (m)	$1000 < x \leq 1500$	$500 < x \leq 1000$	$X \leq 500$
Moderat	Jarak titik informasi (m)	$500 < x \leq 1000$	$250 < x \leq 500$	$X \leq 250$
Kompleks	Jarak titik informasi (m)	$200 < x \leq 400$	$100 < x \leq 200$	$X \leq 100$

Jarak titik informasi yang digunakan untuk menentukan sumberdaya terukur (*measured*), tertunjuk (*indicated*), terki (*inferred*). Jarak

titik informasi (m) menurut kondisi geologi moderat untuk estimasi sumberdaya batubara tereka $5000 < x \leq 1000$, tertunjuk $250 < x \leq$

500, terukur $X \leq 250$ (**Tabel 2**).

Penghitungan sumberdaya didasarkan pada ketebalan rata –rata dari masing masing lapisan batubara dan luas pelamparan lapisan batubara tersebut dengan asumsi berat jenis batubara $1,35\text{gr}/\text{cm}^3$. Penghitungan besar luas pelamparan dan besarnya sumberdaya

menggunakan perangkat lunak *Minescape 5.7*. Estimasi jumlah keseluruhan sumberdaya lapisan batubara gantung pada daerah penelitian adalah sebesar 19.479.240 ton (**Tabel 3**) Sedangkan pada lapisan batubara utama sebesar 889.232.358ton (**Tabel 4**).

Tabel 3. Estimasi Sumberdaya Lapisan Batubara Gantung.

Sumber Daya (Ton)	Terukur (Ton)	Tertunjuk (Ton)	Terkira (Ton)	Total (Ton)
Hanging Seam 1	1,430,790	1,226,640	1,014,340	3,671,770
Hanging Seam 2	772,280	1,047,160	1,949,960	3,769,400
Hanging Seam 3	797,410	1,912,640	9,328,020	12,038,070
Hanging Seam 4				
Total Sumberdaya	3,000,480	4,186,440	12,292,320	19,479,240

Tabel 4. Estimasi Sumberdaya Lapisan Batubara Utama.

Sumber Daya (Ton)	Terukur (Ton)	Tertunjuk (Ton)	Terkira (Ton)	Total (Ton)
A1	28,391,000	45,118,080	107,954,560	181,463,640
A2	29,175,930	44,330,240	127,223,759	200,729,929
B	18,555,070	20,163,750	28,021,420	66,740,240
B1	25,637,340	37,298,750	125,189,139	188,125,229
B2	10,028,060	14,817,820	46,441,130	71,287,010
C	31,234,860	49,085,710	100,565,740	180,886,310
D				
Total Sumberdaya	143,022,260	210,814,350	535,395,748	889,232,358

3.2 Kualitas Batubara

Analisis kualitas batubara dilakukan terhadap sampel batubara yang berasal dari 31 lubang

bor (bor geologi dan geoteknik) terlihat dalam tabel tabel berikut: **Kualitas Lapisan Batubara Gantung (Tabel 5)**.

Tabel 5. Data Kualitas Lapisan Batubara Gantung.

Sample	Seam	Total	Proximate					CGV Caloric Gross Value (adb)	CGV Caloric Gross Value (ar)	TS Total Sulphur (adb)			
		Moisture	(% , adb)										
			TM	IM	VM	FC	Ash						
GDR 03	HS 1	23.4	15.1	38.6	38.5	7.8	5635	5084	0.46				
GDR 15	HS 1	23.4	15.2	41.3	37.8	5.7	5967	5390	0.49				
GDR 16	HS 1	24.5	15.1	41	38.5	5.4	5916	5261	0.48				
GDR 17	HS 1	19.5	12.7	40.6	41.8	4.9	6016	5547	1.23				
GDR 18	HS 1	23.3	14.7	41.8	39	4.5	5928	5330	0.37				

Hasil analisis proksimat batubara dengan menggunakan basis AR (*As Received*) dan ADB (*Air Dried Basis*), lapisan Batubara Gantung memiliki kadar TM yang bervariasi

dari 19,5 – 24,5% (Ar) dengan rata-rata 22,82 %. Kadar IM berkisar antara 12,7 – 15,2% (ADB) dengan rata-rata 14,56%. Kadar VM berkisar antara 38,6 – 41,8% (ADB) dengan

rata-rata 40,66 %. Kadar FC bervariasi dari 37,8 – 41,8% (ADB) dengan rata-rata 39,12 %. Kadar abu berkisar antara 4,5 – 7,8 % (ADB) dengan rata-rata 5,66 %. Nilai CV berkisar antara 5635 – 6016 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 5892,4 Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,37 – 1,23% (ADB) dengan rata-rata 0,60%. Berdasarkan klasifikasi ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* rata-rata 9574,21 btu/lb merupakan Batubara peringkat Subbituminous yang memiliki rank batubara *Subbituminous B Coal*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 1,03 pada lapisan Batubara Gantung, yang berarti bahwa *lapisan* ini masih tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur

rata-rata dari lapisan Batubara Gantung di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 5,66 % (ADB) (sedang) dan 0,60 % (ADB) (sedang) menurut (Hunt, 1984).

Kualitas Lapisan Batubara A1

Hasil analisis proksimat batubara dengan menggunakan basis AR (*As Received*) dan ADB (*Air Dried Basis*) (**Tabel 6**), lapisan A1 memiliki kadar TM yang bervariasi dari 3,3 – 27,3% (AR) dengan rata-rata 20,26 %. Kadar IM berkisar antara 1,3 – 14,8% (ADB) dengan rata-rata 9,63%. Kadar VM berkisar antara 29,6 – 45,2 % (ADB) dengan rata-rata 40,30 %. Kadar FC bervariasi dari 28,4 – 61,5% (ADB) dengan rata-rata 44,23 %. Kadar abu berkisar antara 1,4 – 27,1 % (ADB) dengan rata-rata 5,85 %.

Tabel 6. Data Kualitas Lapisan Batubara A1.

Sumur	Seam	Total	Proximate				CGV, ADB (Caloric Gross Value (adb))	CGV, AR (Caloric Gross Value (ar))	TS Total Siphur (adb)			
		Moisture	(% , ADB)									
			TM	IM	VM	FC						
GDR 01	A1	26.4	11.8	40.4	40.4	7.4	5722.8	4775.4	0.59			
GDR 02	A 1	25.6	11	39.1	37.2	12.6	5168.6	4320.7	0.97			
GDR 03	A 1	24.8	14.8	29.6	28.4	27.1	3998	3529	0.47			
GDR 04	A 1		10.6	41.5	44.1	3.8	6483		0.5			
GDR 05	A 1	23.4	8.5	41.9	45.4	4.2	6604	5889.5	0.58			
GDR 06	A 1	3.3	1.3	32.7	61.5	4.5	8041	7878	1.81			
GDR 07	A 1	21.3	9.9	43.1	42.6	4.4	6805	5857	0.89			
GDR 08	A 1	18.5	7.8	41.1	41.3	9.8	5947	5257.1	0.79			
GDR 09	A 1											
GDR 10	A 1	8.1	4.2	41.4	48.5	5.9	7221	6927	0.3			
GDR 11	A 1	8.8	3.5	39.1	44.8	12.2	6824	6449.7	0.71			
GDR 12	A 1	16.2	8	38.3	44.8	8.9	6039	5500.7	0.19			
GDR 15	A 1	20.1	9.8	42.4	45	2.8	6453	5716.1	0.69			
GDR 16	A 1	18.3	10	41.5	45.7	2.8	6678	6062.1	0.52			
GDR 17	A 1	15.2	8.8	42.7	44.5	4	6547	6087.6	0.46			
GDR 18	A 1	15.5	10.3	41.8	44.5	3.4	6569	6188.2	0.62			
GDR 19	A 1	20.9	10.4	38.7	40.9	10	5984	5282.8	0.53			
GDR 20	A 1	23.9	9.6	42.5	45.5	2.4	6252	5263	0.28			
GDR 21	A 1	25.4	11.2	41.6	44.4	2.8	6230	5233.8	0.32			
GDR 22	A 1	27.3	11.8	41.2	43.4	3.6	6069	5002.5	1.11			
GDR 23	A 1	24.9	11.5	41.7	40.3	6.5	5879	4988.8	0.42			
GDR 24	A 1	23.4	12.5	38.5	44.1	4.9	5977	5232.4	0.53			
GDR 25	A 1	24.4	10.1	45.2	42.9	1.8	6439	5414.8	0.31			
GDR 26	A 1	21.5	10.1	40.8	46.7	2.2	6420	5618.4	0.77			
GDR 27	A 1	23.1	11.1	40.4	46.1	2.4	6453	5582	0.68			
GDR 28	A 1											
GDR 29	A 1	24.4	10.5	39.9	47.3	2.3	6407	5412	0.2			
GDR 30	A 1	23.2	10	40.8	46.6	1.4	6355	5423	0.6			
GDR 31	A 1	19.2	10.9	40.3	47.4	4.2	6394	5805.6	0.61			

Nilai CV berkisar antara 5168 – 8041 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 6291,08

Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,19 – 1,81% (ADB) dengan rata-rata

0,60%. Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* rata rata 11323,95 *btu/lb* merupakan Batubara peringkat Subbituminous yang memiliki *rank* batubara *Subbituminous A Coal*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,91 pada lapisan A1. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari lapisan A1 batubara di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 5,85 % (ADB) (sedang) dan 0,60 % (ADB) (sedang) menurut (Hunt,

1984).

Lapisan Batubara A2

Hasil analisis proksimat batubara dengan menggunakan basis AR (*As Received*) dan ADB (*Air Dried Basis*) (**Tabel 7**), lapisan A2 memiliki kadar TM yang bervariasi dari 4,2 - 30 % (AR) dengan rata-rata 20,29 %. Kadar IM berkisar antara 0,9 – 17,2% (ADB) dengan rata-rata 10,01 %. Kadar VM berkisar antara 20,5 – 44,1 %(ADB) dengan rata-rata 39,91 %. Kadar FC bervariasi dari 38,1 – 72,2% (ADB) dengan rata-rata 46,38%. Kadar abu berkisar antara 1,2 – 9,3% (ADB) dengan rata-rata 3,73%.

Tabel 7. Data Kualitas Lapisan Batubara A2.

GDR 01	A2	26.2	12.5	39.9	41.6	9.3	5827.8	4719	0.14
GDR 02	A2								
GDR 03	A2	25.7	17.2	35.4	38.1	9.3	5259	4719	0.14
GDR 04	A2		10.1	42	45.3	2.7	6459		0.18
GDR 05	A2	18.1	8.7	42.4	47.7	1.2	6771	6073.9	0.28
GDR 06	A2	4.2	0.9	20.5	72.2	6.4	7974	7708	0.63
GDR 07	A2	19.1	9.8	42.6	44	3.6	6616	5934	0.26
GDR 08	A2	18.9	7.2	41.2	43.3	8.2	6081	5314.3	0.27
GDR 09	A2								
GDR 10	A2	8.1	4.4	42	51.7	2	7653	7356.8	0.24
GDR 11	A2	9.5	3.4	39.1	49.5	7.6	7269.1	6810.1	0.25
GDR 12	A2	21.4	9.2	41	47.8	2	6589	5703.7	0.2
GDR 13	A2								
GDR 14	A2								
GDR 15	A2	17	10.3	42	43.6	4.1	6513	6026.5	0.4
GDR 16	A2	18.3	9.6	40.4	46.4	3.6	6625	5987.4	0.23
GDR 17	A2	18.1	9.7	41.3	45.9	3.1	6677	6053.2	0.23
GDR 18	A2	18.7	9.6	42.8	45.7	1.9	6797	6112.8	0.25
GDR 19	A2	16.8	10	38.5	42.7	8.8	6121	5658.5	0.34
GDR 20	A2	24.4	10.8	42.6	44.2	2.4	6317	5353.9	0.19
GDR 21	A2	25.1	12.3	41.5	44.1	2.1	6150	5252.4	0.11
GDR 22	A2	22.3	13	40	43.4	3.6	6069	5364.9	0.68
GDR 23	A2	30	10.4	41.6	45.6	2.4	6244	4787.1	0.27
GDR 24	A2	24.4	13.4	39.5	44.3	2.8	6094	5319.9	0.17
GDR 25	A2	25.2	9.7	44.1	44.3	1.9	6442	5336.2	0.26
GDR 26	A2	22.3	10.5	40.4	46.7	2.4	6157	5345.2	0.22
GDR 27	A2	26.4	10.6	39.6	47.2	2.6	6257	5151.2	0.18
GDR 28	A2	16.8	11.8	39.6	47.5	1.6	6399	6036.2	0.3
GDR 29	A2	23.6	11	40.6	46.5	1.9	6445	5533	0.4
GDR 30	A2								
GDR 31	A2	23.5	12.1	38.5	46.6	2.8	6267	5454.2	0.22

Nilai CV berkisar antara 5259 – 7974 Kkal/gr, (ADB) dengan rata-rata sebesar 6616,5 Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,11 – 0,68% (ADB) dengan rata-rata 0,27%. Hasil ini menurut ASTM D388 (2004)

kadar *Caloric Value* rata rata 11635,82 *btu/lb* merupakan Batubara peringkat Bituminous yang memiliki *rank* batubara *High - Volatile C Bituminous Coal*. Dengan kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) yang cukup tinggi

maka lapisan A2 merupakan batubara *High Volatile Matter* Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,86 pada lapisan A2. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari lapisan A2 batubara di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 3,73 % (ADB) (rendah) dan 0,27 % (ADB) (rendah) menurut (Hunt, 1984).

Lapisan Batubara B

Sama dengan analisis sebelumnya lapisan B (**Tabel 8**) memiliki kadar TM yang bervariasi dari 7,2 – 27,4 % (AR) dengan rata-rata 16,727%. Kadar IM berkisar antara 3,7 – 16,6% (ADB) dengan rata-rata 9,04%. Kadar VM berkisar antara 37,6 – 45% (ADB) dengan rata-rata 41,24%. Kadar FC bervariasi dari 39,1 – 55,1% (ADB) dengan rata-rata 45,19%. Kadar abu berkisar antara 1,5 – 9 % (ADB) dengan rata-rata 4,51%.

Tabel 8. Data Kualitas Lapisan Batubara B.

Sumur	Seam	Total	Proximate				CGV (Caloric Gross Value (adb))	CGV (Caloric Gross Value (ar))	TS Total Sulphur (adb)			
		Moisture	(% ADB)									
			TM	IM	VM	FC						
GDR 03	B	27.4	16.6	37.6	39.1	6.7	5536	4836	0.19			
GDR 04	B	18.7	9.2	41.7	45.3	3.8	6564	5882	0.16			
GDR 07	B	16.8	10.4	39	41.6	9	6057	5624	0.3			
GDR 08	B	19.3	8.3	41.2	44.4	6.1	6343.7	5582.8	0.35			
GDR 09	B		7.6	41.5	47.2	3.7	6383	5975.4	0.37			
GDR 10	B	7.2	3.7	39.7	55.1	1.5	7813	7529	0.29			
GDR 15	B	15.4	12	41.2	42.3	4.5	6591	6336.3	0.27			
GDR 16	B	13.9	5.9	45	46.6	2.5	7564	6920.9	0.3			
GDR 17	B	14.2	7.8	42.7	45.1	4.4	6799	6327	0.23			
GDR 18	B	15.8	8.3	42.1	47.1	2.5	6930	6363.2	0.34			
GDR 19	B	18.6	9.7	42	43.3	5	6480	5841.3	0.31			

Nilai CV berkisar antara 5536 – 7813 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 6674,5 Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,16 – 0,37% (ADB) dengan rata-rata 0,28%. Berdasarkan klasifikasi ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* 11955,394 btu/lb merupakan Batubara peringkat Bituminous yang memiliki *rank* batubara *High - Volatile C Bituminous Coal*. Dengan kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) yang cukup tinggi maka lapisan B merupakan batubara *High Volatile Matter*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,91 pada lapisan B. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini masih

tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari batubara B rata-rata 4,51 % (ADB) (rendah) dan 0,28 % (ADB) (rendah) menurut (Hunt, 1984).

Lapisan Batubara B1

Lapisan B1 (**Tabel 9**) memiliki kadar TM yang bervariasi dari 6,8 – 28,9% (AR) dengan rata-rata 20,5%. Kadar IM berkisar antara 1,9 – 13,8% (ADB) dengan rata-rata 9,76%. Kadar VM berkisar antara 37,30 – 42,70% (ADB) dengan rata-rata 39,79%. Kadar FC bervariasi dari 42 – 50,69% , (ADB) dengan rata-rata 45,90%. Kadar abu berkisar antara 0,7 – 8,9% (ADB) dengan rata-rata 4,51%.

Tabel 9. Data Kualitas Lapisan Batubara B1.

Sample	Seam	Total	Proximate				CGV	CGV	TS
		Moisture	(% , adb)				Caloric Gross Value (adb)	Caloric Gross Value (ar)	Total Sulphur (adb)
			TM	IM	VM	FC			
GDR 10	B1	6.8	1.9	38.8	50.7	8.2	7429.1	7058	0.4
GDR 11	B1	20.4	8.1	40	46.5	5.4	6512	5640.4	0.19
GDR 13	B1	7.2	3.1	40.8	50.4	5.7	7446	7130.9	0.24
GDR 19	B1	23.6	10.6	42.6	44.4	2.4	6374	5447.1	0.19
GDR 20	B1	28.9	12.4	41.2	43.6	2.8	6130	5252.4	0.19
GDR 21	B1	23.4	12	39.6	42	6.4	5851	5093	0.39
GDR 22	B1	24.9	10.2	40.6	46.4	2.8	6199	5184.2	0.35
GDR 23	B1	25.1	13.8	37.3	44	4.9	5983	5198.7	0.59
GDR 24	B1	22.6	12.6	39.6	43.5	4.3	6214	5503	1.25
GDR 25	B1	20.8	9.2	42.7	47.4	0.7	6623	5776.9	0.19
GDR 26	B1	21.3	10	37.9	43.2	8.9	6046	5286.9	0.28
GDR 27	B1	16.9	12.2	38.2	46.6	3	6361	6020.5	0.2
GDR 28	B1	23.6	9.6	39.5	47.5	3.4	6429	5433	0.31
GDR 30	B1	21.5	11	38.3	46.5	4.2	6210	5477.4	0.35

Nilai CV berkisar antara 5851– 7446 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 6648,5 Kkal/gr (ADB). Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,19– 1,25 % (ADB) dengan rata-rata 0,36%. Menurut klasifikasi ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* 11546,629 btu/lb merupakan Batubara peringkat Bituminous yang memiliki *rank* batubara *High - Volatile C Bituminous Coal*. Dengan kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) yang cukup tinggi maka lapisan B1 merupakan batubara *High Volatile Matter*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,86 pada lapisan

B1. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini masih tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari lapisan B1 batubara di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 4,51 % (ADB) (rendah) dan 0,36 % (ADB) (rendah) menurut (Hunt, 1984).

Lapisan Batubara B2

Lapisan B2 (**Tabel 10**) memiliki kadar TM dari 6,6 – 27,9% (AR), rata-rata 21,86%. Kadar IM antara 1,6 – 15,1 % (ADB), rata-rata 10,22%. Kadar VM antara 36,7 – 42,1% (ADB), rata-rata 39,30%. Kadar FC dari 40,8 – 54,6% (ADB), rata-rata 46,16%.

Tabel 10. Data Kualitas Lapisan Batubara B2.

Sample	Seam	Total	Proximate				CGV	CGV	TS
		Moisture	(% , adb)				Caloric Gross Value (adb)	Caloric Gross Value (ar)	Total Sulphur (adb)
			TM	IM	VM	FC			
GDR 11	B2	7.2	1.6	37.5	52.3	8.5	7460	7035	1.6
GDR 13	B2	15.2	13.2	40.6	40.8	5.4	6155	6013	1.11
GDR 14	B2	6.6	3.3	39.8	54.6	2.3	7925	7654	0.73
GDR 20	B2	24.1	12	39.1	46.6	2.3	6232	5375	0.9
GDR 21	B2	27.1	12	41.4	42.8	3.8	6144	5082	1.11
GDR 22	B2	25.8	11.3	40.3	44.7	3.7	6204	5189	0.98
GDR 23	B2	27.2	10.4	42.1	44.1	3.4	6324	5138	1.14
GDR 24	B2	26.5	15.1	36.7	46	2.2	6091	5273	0.53
GDR 25	B2	21.4	12.5	38.3	44.9	4.3	6214	5581	2.13
GDR 26	B2	26.2	10.9	40.3	46.6	2.3	6444	5337	1.26
GDR 27	B2	22.3	10.2	38	43.7	8.1	6295	5446	2.22
GDR 28	B2	27.9	10.4	37.9	47.5	4.2	6104	4911	0.2
GDR 29	B2	24.4	10	38	45.5	5.5	6321	5310	0.5
GDR 31	B2	18.9							

Kadar abu antara 2,2 – 8,46% (ADB), dengan rata-rata 4,29%. Nilai CV berkisar antara 6091 – 7925 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 7008 Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,20– 2,22% (ADB) dengan rata-rata 1,10%. Menurut klasifikasi ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* 11587,242 btu/lb merupakan Batubara peringkat Bituminous yang memiliki *rank* batubara *High - Volatile C Bituminous Coal*. Dengan kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) yang cukup tinggi maka lapisan B2 merupakan batubara *High Volatile Matter*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,85 pada lapisan B2. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini masih tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari lapisan B2 batubara di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 4,29 % (ADB) (rendah) dan 1,10 % (ADB) (tinggi) menurut (Hunt, 1984).

Lapisan Batubara C

Lapisan batubara C (**Tabel 11**) memiliki kadar TM yang bervariasi dari 4,8 – 27,2% (AR) dengan rata-rata 18,61%. Kadar IM berkisar

antara 0,8 – 13,8% (ADB) dengan rata-rata 8,3%. Kadar VM berkisar antara 26,6– 43,8% (ADB) dengan rata-rata 40,53%. Kadar FC bervariasi dari 40,5 – 65,8% (ADB) dengan rata-rata 46,98%. Kadar abu berkisar antara 2,5 – 7,8% (ADB) dengan rata-rata 4,17%. Nilai CV berkisar antara 5168,625 – 7965 Kkal/gr (ADB) dengan rata-rata sebesar 6566,8 Kkal/gr. Nilai Total Sulfur (TS) berkisar antara 0,23– 1,9% (ADB) dengan rata-rata 0,99 %. Berdasarkan klasifikasi ASTM D388 (2004) kadar *Caloric Value* 12167,76 btu/lb merupakan Batubara peringkat Bituminous yang memiliki *rank* batubara *High - Volatile C Bituminous Coal*. Dengan kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*) yang cukup tinggi maka lapisan C merupakan batubara *High Volatile Matter*. Perbandingan antara *Volatile Matter* dengan *Fixed Carbon* menghasilkan nilai rasio bahan bakar (*fuel ratio*) bernilai 0,86 pada lapisan C. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini masih tergolong baik untuk pembakaran. Kadar abu dan Kandungan sulfur rata rata dari lapisan C batubara di daerah penelitian menunjukkan angka rata-rata 4,17% (ADB) (rendah) dan 0,99%. (ADB) (sedang) menurut (Hunt, 1984).

Tabel 11. Data Kualitas Lapisan Batubara C.

Sample	Seam	Total	Proximate				CGV Caloric Gross Value (adb)	CGV Caloric Gross Value (ar)	TS Total Sulphur (adb)			
		Moisture	(% , adb)									
			TM	IM	VM	FC						
GDR 01	C	24.2	9.4	40.7	42.1	7.8	5168.6	5051.7	0.86			
GDR 02	C		8.22	42.5	45.2	4.1	6721		0.91			
GDR 04	C	9.3	0.8	26.6	65.8	6.8	7898	7221	1.9			
GDR 05	C	15.8	9.2	41	46.4	3.4	6715	6227	1.3			
GDR 07	C	13.2	7.9	41.6	47.6	2.9	7019	6615.1	1.2			
GDR 08	C	4.8	2	40.2	55.1	2.7	7965	7737.4	1.8			
GDR 11	C	19.9	8.4	43.8	44.1	3.7	6676	5837.9	0.74			
GDR 14	C	12.3	5.6	42.6	46.4	5.4	7564	7027.1	0.32			
GDR 15	C	14	7.2	40.8	47.7	4.3	6929	6421.3	0.37			
GDR 19	C	24.5	10.4	42.5	44.1	3	6433	5420.7	1.17			
GDR 20	C	23.2	11.5	42.7	40.5	5.3	6070	5267.5	0.97			
GDR 21	C	27.2	9.8	41.7	44.5	4	6402	5167	0.39			
GDR 22	C	26.5	13.8	39.2	44.5	2.5	6280	5354.8	0.23			
GDR 23	C	21.5	11.6	41	44.4	3	6508	5779.1	1.75			
GDR 27	C	23.9	8.8	41.1	46.4	3.7	6494	5419	0.8			
GDR 29	C						6432					

4. DISKUSI

Formasi Muaraenim yang terbagi dua bagian, yaitu: *Lower MPa (Middle Palembang daT)* dan *Upper MPb (Middle Palembang dbT)*. Kedua bagian tersebut terbagi lagi menjadi M1-M4. MPa dan MPb masing-masing mengandung 8 lapisan batubara. Beberapa lapisan batubara hanya berupa lapisan tipis yang tidak menerus dan sebagian yang lain merupakan lapisan batubara tebal dengan tebal maksimum 140 m (Amijaya and Littke, 2004). Pada *Lower MPa* terdapat 4 lapisan batubara Utama, dimulai dari lapisan batubara paling bawah Lapisan Batubara A yang terbagi atas 2 lapisan yang dinamakan *upper* (A1) dan *lower* (A2), Lapisan Batubara B splitting menjadi 2 lapisan batubara *Upper* (B1) dan *Lower* (B2). Lapisan Batubara C yang terbagi atas *Upper* (C1) dan *Lower* (C2), Lapisan Batubara D (Shell Mijnbouw, 1976) serta Lapisan batubara gantung yang memiliki variasi ketebalan 1 – 26,5 meter dengan sisipan Batulanau tufan dengan tebal mencapai 2,5 meter.

Berdasarkan nilai kadar abu dan kandungan Sulfur rata-rata dari masing-masing lapisan batubara terlihat adanya penurunan baik kadar abu maupun kandungan sulfur dari lapisan A1 (sedang) sampai lapisan B1 (rendah) dan dari lapisan B1 (Abu = 4,51%, S = 0,36%) ke Lapisan B2 (Abu = 4,29%, S = 1,10%) terjadi penurunan kadar Abu dan peningkatan kadar sulfur, sedangkan dari lapisan B2 ke Lapisan C (Abu = 4,17%, S = 0,99%) terjadi penurunan kandungan sulfur. Dari lapisan C ke lapisan Batubara Gantung (Abu = 5,66%, S = 0,60%).

Berdasarkan ciri litologi dan kandungan sulfur, lingkungan pengendapan lapisan batubara yang dijumpai didalam daerah penelitian ditafsirkan mulai dari *lower delta plain - transitional lower delta plain* sampai *upper delta plain*, dimana lapisan batubara A1 diendapkan dalam lingkungan *transitional lower delta plain*, Lapisan B dan B1 diendapkan dalam lingkungan *upper delta plain* dan berubah menjadi *lower delta plain* dengan diendapkannya lapisan B2, berubah kembali menjadi *transitional lower delta plain* dengan diendapkannya lapisan C dan lapisan batubara Gantung.

Beberapa contoh batubara utama yang diambil disekitar intrusi terlihat adanya perbedaan nilai kalori batubara yang sangat drastis dibandingkan dengan nilai kalori yang diambil dari lapisan batubara yang sama tetapi jauh dari batuan intrusi sebagai contoh Untuk lapisan A1 : 8041 Kkal/gr (dekat intrusi), 5168 Kkal/gr (jauh dari intrusi), lapisan A2: 7974 Kkal/gr (dekat intrusi) dan 5259 Kkal/gr (jauh dari intrusi), lapisan B : 7813 Kkal/gr (dekat intrusi) dan 5536 Kkal/gr (jauh dari intrusi), lapisan B1 & B2: 7925 Kkal/gr (dekat intrusi) dan 6091 Kkal/gr (jauh dari intrusi) dan lapisan C: 7965 Kkal/gr (dekat intrusi) dan 5168 Kkal/gr (jauh dari intrusi). Peningkatan kalori ini yang tinggi kemungkinan disebabkan pengaruh panas intrusi. Dwipa, dkk, (1999) menyatakan panas intrusi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kematangan batubara.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pada uraian sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Satuan batuan daerah penelitian, dari tua ke muda, yaitu Satuan Batupasir, Satuan Batu Lempung, Satuan Batupasir-Batulanau, Satuan Batupasir-Tuf, Satuan Intrusi Andesit, Satuan Alluvial.
2. Lapisan batubara yang terdapat di dalam daerah penelitian diendapkan dalam lingkungan *lower delta plain* sampai *upper delta plain*.
3. Peningkatan kematangan batubara di daerah penelitian diakibatkan oleh pengaruh panas intrusi
4. Daerah penelitian tersusun atas 11 lapisan batubara yaitu Lapisan batubara 1, Lapisan batubara 2, Lapisan batubara 3, Lapisan batubara 4, Lapisan A1, Lapisan A2, Lapisan B, Lapisan B1, Lapisan B2, Lapisan C dan Lapisan D. Estimasi sumberdaya pada lapisan batubara gantung adalah sebesar 19.479.240 ton dan sumberdaya lapisan batubara utama sebesar 889.232.358 ton.
5. Berdasarkan uji kualitas proksimat rata-rata parameter kualitas lapisan batubara

daerah penelitian adalah sebagai berikut; kadar TM 20,15%, Ar, Kadar IM 10,21%, adb, Kadar VM 40,24 %, adb, Kadar FC 44,85 %, adb, Kadar abu 5,19 %, adb, Total Sulfur (TS) 0,60%,adb. Nilai CV 11398.71 btu/lb. Peringkat kualitas lapisan batubara gantung adalah *Subbituminous B Coal* dengan nilai rata-rata kalori (9574,21 btu/lb), lapisan batubara A1 *Subbituminous A Coal* dengan nilai rata rata kalori (11261,95 btu/lb) sedangkan peringkat lapisan batubara A2, B1, B2, dan C adalah *High volatile C Bituminous* dengan kisaran kalori 11533,80 btu/lb – 12054,97 btu/lb .

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidjaja, P. dan De Coster, G. L. (1973): Pre-Tertiary Paleotopography and Related Sedimentationin South Sumatera, *Proceeding Indonesian Petroleum Association 2nd Annual Convention*, p.89-103.
- Amijaya and Littke, H. and Littke, R. (2004): Microfacies and depositional environment of Tertiary Tanjung Enim low rank coal, South Sumatera Basin, Indonesia, *International Journal of Coal Geology* 61 (2005) 197 – 221.
- ASTM D-338. (2004): *Annual Book Of Standards “Classification Of Coal By Rank”*
- Barber, dkk, A.J., Crow, M.J., dan Milsom, J.S. (2005): *Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution*, Geological Soecity, London, Memoirs.
- Bishop, M. G. (2001). South Sumatera Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar Cenozoic Total Petroleum System. Colorado: USGS.
- Daly M.C., Cooper, M.A., Wilson, I., Smith, D.G., dan Hooper, G.D.G. (1991): Cenozoic plate tectonics and basin evoluation in Indonesia. *Marine and Petroleum Geology*, V.pp 21
- De Coster, G.L. (1974): The Geology of the Central and South Sumatera Basin. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention* hlm. 70-110. Jakarta: IPA.
- Diessel, C.F.K., 1982. An appraisal of coal facies based on maceral characteristics. *Australian Coal Geology*, vol.4, no.2: 474-484.
- Dwipa. S., Irianto, Munandar, A., Suhanto. E., (1999): Pengaruh Intrusi Vulkanik terhadap Derajat Kematangan Batubara, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan DIK-S Batubara, DSM.
- Ginger, D., dan Fielding, K. (2005): The Petroleum System and Future Potential of The South Sumatera Basin, Jakarta: *Proceedings Indonesian Petroleum Association 30th Annual Convention*
- Hamilton, W.R. (1979): Tectonics of the Indonesian Region, *US Geological Survey Professional Paper* 1078, 345 pp.
- Horne, J.C., Caruccio, F.T., Baganz, B.P., (1979): Depositional Models In Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region". The American Assosiation of Petroleum Geologists Bulletin Vol. 62 (12), 2379 – 2411.
- Hutapea, O.M., 1981. The prolific Talang Akar Formation in Raja Field, South Sumatera, Proceedings of the 10 th Indonesian Petroleum Association Annual Convention, p. 250-267.
- Hutchison, C. S. (1996): *South - East Asian Oil, Gas, Coal and Mineral Deposits*. Oxford: Clarendon Press.
- Hunt, J. M., (1984): *Petroleum Geochemistry and Geology*, 2nd edn.: W. H. Freeman, New York, NY
- Pemerintah Kabupaten Muaraenim. (2015): Batas Administrasi Kabupaten Muaraenim <http://www.dpmptsp.muaraenimkab.go.id>. Diakses 18 Mei 2020
- Pulunggono, A. dan Cameron, N. R. (1986): Sumateran microplates, their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatera basins. Jakarta : *Proceedings Indonesian Petroleum Association 13th Annual Convention*
- Shell Mijnbouw, N.V. (1976): Geological study of the Bukit Asam coal mines, Jakarta, 18 pp. (Tidak dipublikasi).

SNI 5015, (2019): Pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumberdaya dan cadangan batubara, BSN, Jakarta, 49 Halaman.

Speight, J.G. (2005). *Hand Book of Coal Analysis*, Wiley-Interscience, 369 Halaman

Susilawati (1992): *Proses Pembentukan Batubara, analisa penelitian dan pengembangan geologi*. Institut Teknologi Bandung

Thomas, L. (2013). *Coal geology*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell.