

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Lokasi dan Waktu Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Geologi Regional	5
2.2. Struktur Geologi Regional	7
2.3. Stratigrafi Regional	8
2.4. Geologi Lokal	10
2.5. Stratigrafi Lokal	10
2.6. Penelitian Terdahulu	13
BAB III. DASAR TEORI	
3.1. <i>Well Logging</i>	14
3.1.1. Log <i>Gamma Ray</i> (GR)	16
3.1.2. Log Densitas	19

3.1.3. Log <i>Caliper</i>	23
3.2. Interpretasi Litologi.....	24
3.2.1. Penentuan Litologi	24
3.2.2. Elektrofasi	26
3.2.3. Batas Ketebalan Lapisan Batuan.....	27
3.2.4. Penentuan Kandungan <i>Shale</i>	27
3.3. Batubara	29
3.3.1. Pengertian Batubara	29
3.3.2. Proses Pembentukan Batubara	30
3.3.3. Genesa Batubara.....	33
3.3.4. Faktor Pembentuk Batubara	34
3.3.5. Potensi Endapan Batubara.....	36
3.4. Metode Korelasi	39

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Akuisisi Data	40
4.1.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	40
4.1.2. Desain Survei	41
4.1.3. Peralatan dan Perlengkapan	42
4.2. Pengolahan Data.....	46
4.2.1. Diagram Alir Pengolahan Data	46
4.3. Interpretasi Data	47

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Interpretasi Data Geofisika <i>Well Logging</i>	48
5.1.1. Litologi.....	48
5.1.2. Volume <i>Shale</i>	49
5.2. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara	49
5.2.1. Densitas	49
5.2.2. <i>Vsh</i> dan <i>Gamma Ray</i>	54
5.3. Korelasi Data Geofisika dan Geologi Di Area U210W	58
5.3.1. Korelasi <i>On Strike</i>	60

5.3.2. Korelasi <i>Cross Strike</i>	60
5.4. Persebaran <i>Seam</i> Batubara Di Area U210W.....	63

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	65
6.2. Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Lampiran A. *Plan Map* dan *Section 2D*
- Lampiran B. Foto Batubara dalam *Corebox*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian PT. JBG (2015)	4
Gambar 2.1. Peta Geologi Regional Konsesi PT JBG (2018)	5
Gambar 2.2. [A] Struktur geologi regional Pulau Kalimantan dan sekitarnya (modifikasi dari Kusum dan Karin, 1989 dalam Hidayat dkk, 2015). [B] Elemen tektonik utama Cekungan Asem-asem (Bon et al., 1996 dalam Hidayat dkk, 2015).....	8
Gambar 2.3. Peta Geologi Lokal Konsesi PT JBG (2018)	10
Gambar 2.4. Stratigrafi Batubara PT JBG (2018).....	12
Gambar 3.1. Skematik diagram pengaturan <i>wireline logging</i> (Harsono,1997)	16
Gambar 3.2. Respon Log <i>Gamma Ray</i> terhadap batuan (G. Asquith & D. Krygowsky, 2004).....	18
Gambar 3.3. Hubungan satuan cps dan gr/cc (Warren, 2002)	21
Gambar 3.4. Respon log densitas terhadap batuan (Rider, 2002).....	22
Gambar 3.5. Tipikal Respon caliper untuk berbagai litologi (Rider, 2002)	23
Gambar 3.6. Respon log ideal dari masing-masing litologi (Anonim, 1981).....	24
Gambar 3.7. Rangkuman respon log terhadap variasi litologi (Reeves, 1986).....	24
Gambar 3.8. Pola respon dari log gamma ray (GR) (Cant, 1992)	26
Gambar 3.9. Pemodelan untuk menghitung I_{GR} (Anonim dalam Putro dkk, 2014)	28
Gambar 3.10. Kurva hubungan V_{sh} Vs I_{GR} (Anonim dalam Putro dkk, 2014).....	28
Gambar 3.11. Perubahan Gambut – Batubara (Kuncoro, 2017)	30
Gambar 3.12. Sekuen Evolusi Rawa Digambarkan dengan Pengangkatan Rawa yang Menghasilkan Zona Pembatubaraan yang Berbeda (Thomas, 2013)	30
Gambar 3.13. Faktor Pembentuk Batubara (L.E. Schlatter's,1973 dalam Bambang Kuncoro, 2017)	34
Gambar 4.1. Peta Konsesi PT. JBG (2019).....	40
Gambar 4.2. Peta Area Eksplorasi Pemboran U210W PT. JBG (2019).....	41
Gambar 4.3. a) Jacro-250; b) Mesin Bor YanmarTF 55R; c) <i>Core Barrel</i>	42
Gambar 4.4. d) Pompa Air YanmarTF 105MR; e) Rod HQ.....	42

Gambar 4.5. f) <i>Wing Bit</i> ; g) <i>Core Bit</i> ; h) Selang; i) <i>Gear Box</i> ; j) <i>Core Box</i>	43
Gambar 4.6. a) <i>Winch</i> ; b) Genset; c) Laptop; d) <i>Power Drive</i> ; e) <i>Digital Data Logger</i>	43
Gambar 4.7. f) <i>Probe</i>	44
Gambar 4.8. Diagram Alir Pengolahan Data	46
Gambar 5.1. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Densitas pada Bor 161	51
Gambar 5.2. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Densitas pada Bor 132	52
Gambar 5.3. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Densitas pada Bor 7103	53
Gambar 5.4. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Vsh dan <i>Gamma Ray</i> pada Bor 161	55
Gambar 5.5. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Vsh dan <i>Gamma Ray</i> pada Bor 132	56
Gambar 5.6. Karakteristik Lapisan Pembawa Batubara berdasarkan Vsh dan <i>Gamma Ray</i> pada Bor 7103	57
Gambar 5.7. Peta Lokasi Penelitian dan Lintasan Korelasi	59
Gambar 5.8. Korelasi <i>On Strike</i>	61
Gambar 5.9. Korelasi <i>Cross Strike</i>	62
Gambar 5.10. Model 3D <i>Seam</i> Batubara	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Variasi harga densitas batuan dengan kandungan fluida tertentu dari beberapa lapangan minyak bumi (Harsono, 1997)	20
Tabel 3.2. Nilai parameter <i>logging</i> dari batuan (Hearst and Nelson, 1985)	25
Tabel 3.3. Tahap perkembangan gambut menjadi meta-antrasit (Thomas, 2002)	31
Tabel 5.1. Densitas Satuan Litologi	50
Tabel 5.2. Densitas <i>Seam</i> Batubara.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang jumlah dan jenisnya banyak dan beragam kelimpahannya. Provinsi Kalimantan Selatan dikenal sebagai kawasan dengan hutan dan perkebunan yang luas dan beragam. Sumber daya alam tersebut diharapkan dapat digunakan dan dimanfaatkan secara optimal dan efisien dalam pengolahannya. Salah satu sumber daya alam yang berpotensi untuk dioptimalkan secara efisien dan efektif adalah batubara. Sektor tambang batubara merupakan roda penggerak perekonomian di Kalimantan Selatan. Batubara pada area U210W tepatnya seam U2 dilakukan analisis karakteristik dan interpretasi kemenerusan dikarenakan area U210W merupakan area rencana pit PT. Jorong Barutama Greston. Selain itu, didapatkan seam penanda yaitu seam U2 yang menerus di sepanjang area U210W secara Barat-Timur. Selain itu, susunan litologi di daerah penelitian juga penting untuk kegiatan pertambangan, seperti keberadaan *clay*, *sandstone*, *siltstone* yang penting untuk mengetahui kestabilan lereng dalam proses pembukaan tambang.

Metode geofisika digunakan pada tahap awal eksplorasi atau sebagai faktor pengontrol selama proses pemboran agar pengolahan dapat dilakukan secara optimal dan efisien sesuai dengan harapan. Metode geofisika digunakan untuk interpretasi dengan akurat kondisi bawah permukaan. Metode geofisika dilakukan dengan cara menangkap dan/atau memberikan respon terhadap bumi dengan parameter tertentu untuk mengetahui sifat-sifat fisik bawah permukaan. Metode geofisika ini digunakan sebagai pembanding data pemboran dan peta geologi regional. Metode geofisika yang sering digunakan dalam eksplorasi batubara adalah metode *well logging* (Brooks & Hill, 2002). Konsep dari *well logging* sendiri adalah dengan menembakkan *gamma ray* dari sumber radiasi ke dinding lubang bor yang kemudian ditangkap reseptor log yaitu *gamma ray*, *density*, dan *caliper*. Metode *well logging* memberikan data dengan tingkat akurasi yang relatif tinggi jika dibandingkan dengan metode lain sehingga walaupun diperlukan biaya yang relatif mahal tapi perusahaan tetap menggunakan metode ini sebagai pilihan utama.

Metode ini dirancang tidak hanya untuk mendapatkan informasi geologi, tetapi untuk memperoleh berbagai data lain, seperti kedalaman, ketebalan, kualitas lapisan batubara dan juga mengkompensasi berbagai masalah yang tidak terhindar apabila hanya dilakukan pemboran, yaitu pengecekan kedalaman sesungguhnya dari setiap lapisan, terutama lapisan batubara termasuk *parting* dan lain-lain (Djumhani, 1998). *Gamma ray log* digunakan untuk mengetahui kandungan senyawa radioaktif di dalam batuan. *Density log* digunakan untuk mengukur besarnya densitas batuan. *Caliper log* digunakan untuk mengukur diameter lubang bor. Pemahaman tentang karakteristik lapisan batubara berdasarkan analisa data well logging supaya menghasilkan interpretasi yang akurat (Setiahadiwibowo, 2016).

Dengan menggunakan metode *well logging* dengan data *gamma ray* dan densitas serta *caliper*, diharapkan dapat memberikan informasi geologi mengenai karakteristik, kemenerusan dan keterkaitan geometri dari batubara

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana karakteristik batubara *seam* U2 dari hasil akuisisi data di lapangan berdasarkan metode geofisika *well logging*?
- 2) Bagaimana bentuk lapisan dari korelasi antartitik bor berdasarkan metode geofisika *well logging*?
- 3) Bagaimana kemenerusan batubara *seam* U2 berdasarkan korelasi profil bawah permukaan dengan data geologi regional dan lokal daerah eksplorasi?

1.3. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut.

- 1) Menentukan karakteristik *gamma ray* batubara *seam* U2 berdasarkan hasil geofisika *well logging* area U210W.
- 2) Mendapatkan korelasi data geofisika dan geologi pada area U210W.
- 3) Menentukan kemenerusan batubara *seam* U2 berdasarkan hasil geofisika *well logging* di area U210W.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut.

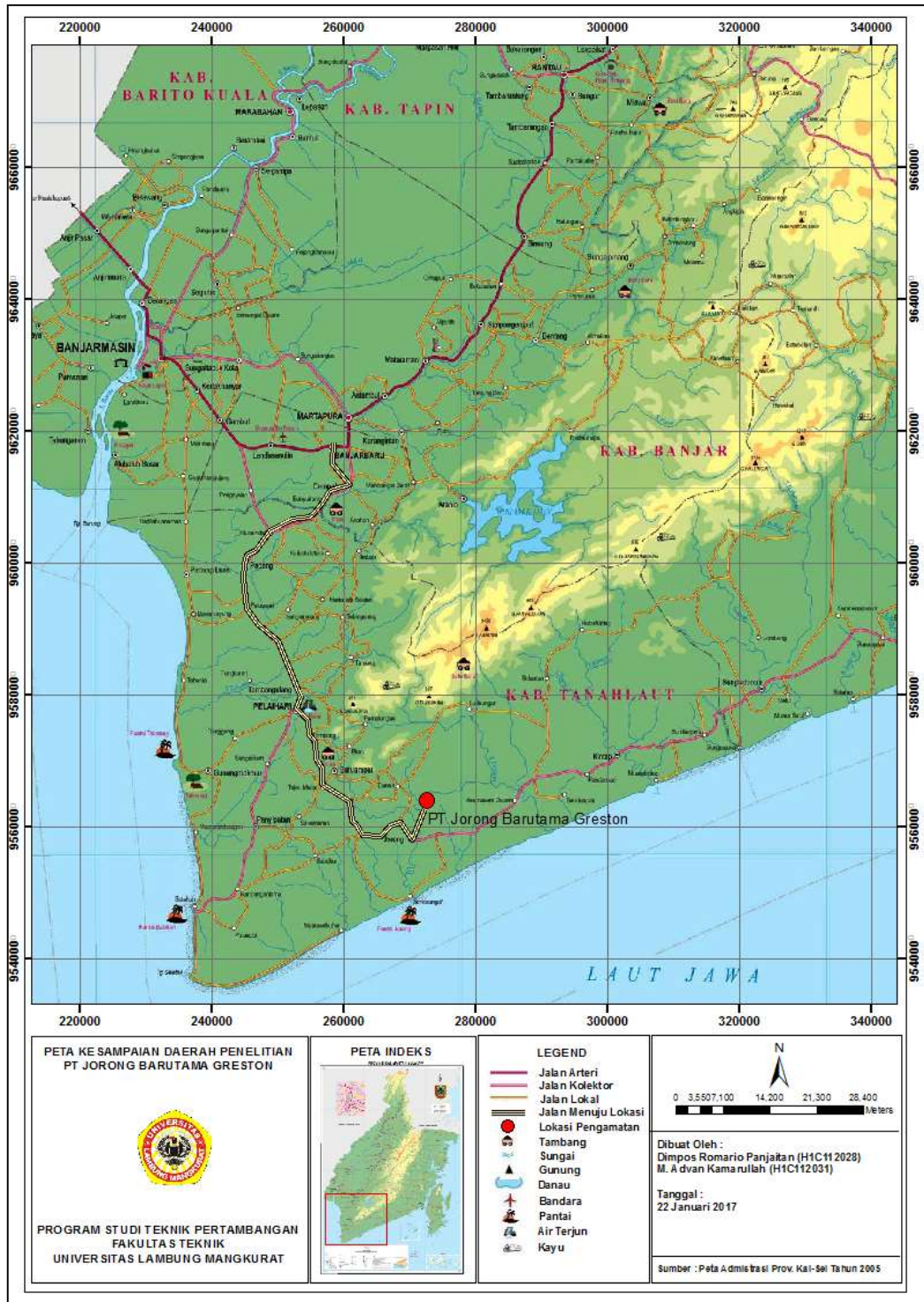
- 1) Interpretasi kondisi bawah permukaan pada lapangan tambang PT. Jorong Barutama Greston (JBG) hasil akuisisi data *well logging* hingga menghasilkan profil bawah permukaan dan korelasi antar titik bor.
- 2) Analisis karakteristik batubara pada seam U2 di area U210W.
- 3) Korelasi stratigrafi antara titik bor di area U210W dengan data geologi regional dan lokal area U210W.
- 4) Interpretasi kemenerusan batubara *seam* U2 di area U210W.
- 5) Tidak menganalisis kualitas batubara.

1.5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah PKP2B PT JBG yang terletak di Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Untuk menuju lokasi penelitian dari Yogyakarta dapat ditempuh dengan menggunakan jalur udara menuju Banjarbaru selama ± 2 jam dengan jarak ± 1000 km kemudian dilanjutkan dengan menggunakan jalur darat dengan menyusuri jalan sepanjang ± 100 km.

Penelitian dilakukan selama 11 minggu mulai tanggal 11 Februari 2019 hingga 26 April 2019. Penelitian dilakukan dengan pembagian waktu lima hari kerja dua hari libur. Berikut ini waktu penelitian.

- Senin sampai dengan Kamis dimulai pukul 08.00 WITA s/d 17.30 WITA, dengan waktu istirahat pada pukul 12.00 WITA s/d 13.00 WITA.
- Jumat dimulai pukul 08.00 WITA s/d 16.00 WITA, dengan waktu istirahat pada pukul 11.30 WITA s/d 13.30 WITA.

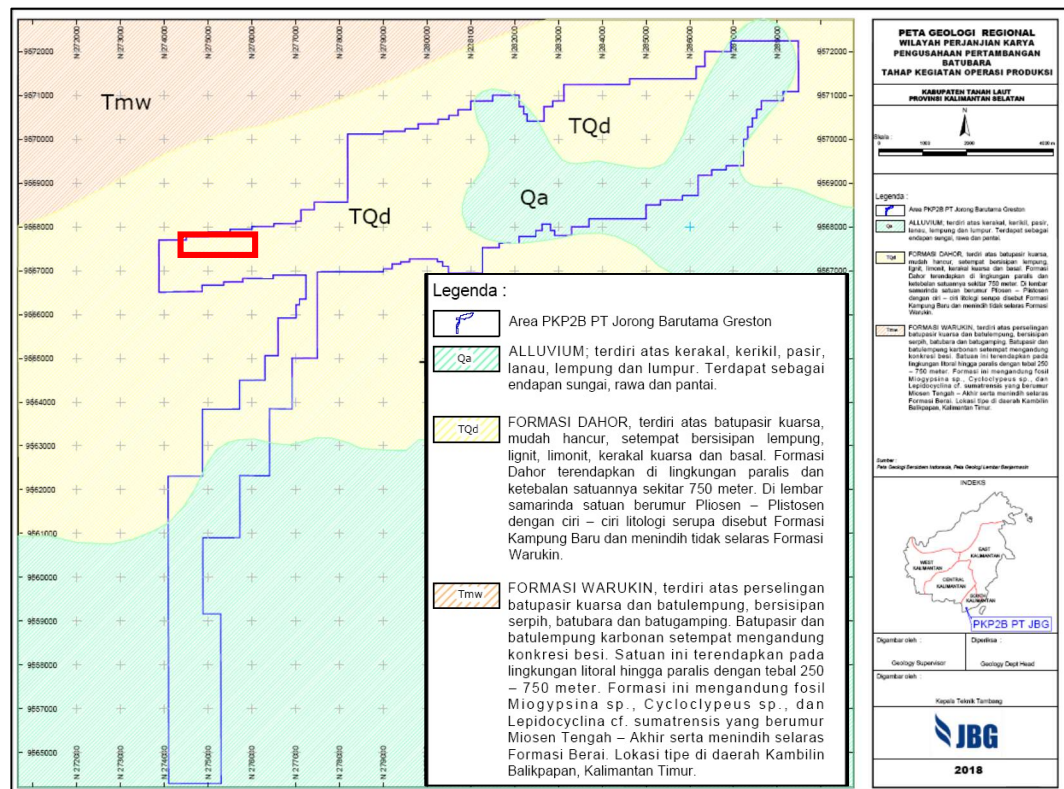


Gambar 1.1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian PT. JBG (2015)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Regional

Struktur Geologi pada tambang milik PT Jorong Barutama Greston termasuk dalam Cekungan Asam-Asam yang merupakan bagian dari Cekungan Barito. Batubara pada area penambangan PT Jorong Barutama Greston sendiri merupakan Formasi Warukin pada periode Miosen Akhir. Pada Kalimantan Selatan terdapat lima formasi yaitu Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Warukin, dan Formasi Dahor, Endapan Aluvial.



Gambar 2.1. Peta Geologi Regional Konsesi PT JBG (2018)

a) Formasi Tanjung (Tet)

Merupakan formasi batuan sedimen tertua pada cekungan ini. Formasi Tanjung terbentuk pada periode Eosen. Formasi Tanjung (Tet) terdiri dari batu pasir kuarsa berbutir halus sampai kasar (50-150 cm), berstruktur sedimen perairan halus dan perlapisan silang-siur, sisipan batulempung berwarna kelabu setempat

menyerpih (30-150 cm), dijumpai pada bagian atas formasi. Sisipan batubara berwarna hitam, mengkilat, pejal, dijumpai pada bagian bawah formasi dengan tebal lapisan 50-150 cm. pada formasi ini dijumpai lensa batugamping warna kelabu kecoklatan, mengandung kepingan moluska, *echinoid*, dan foraminifera diantaranya *Nummulites javanus* (Verbeek) dan *Heterostegina* sp., juga foraminifera kecil bentos dari keluarga *Millioidae* yang menunjukkan umur Eosen, terendapkan di lingkungan paralasneritik. Ketebalan formasi kurang lebih 750 m.

b) Formasi Berai (Tomb)

Formasi ini berada di atas Formasi Tanjung. Pada formasi ini tidak terdapat lapisan batubara. Formasi Berai terbentuk pada periode Oligosen hingga Miosen awal. Formasi ini tersusun atas batugamping berwarna putih kelabu, berlapis baik dengan ketebalan 20 sampai 200 meter. Pada formasi ini kaya akan koral, foraminifera dan ganggang, terdapat sisipan napal berwarna kelabu muda padat (10-15 cm), mengandung foraminifera plankton dan batulempung berwarna kelabu dengan ketebalan 25 sampai 75 cm.

Kumpulan foraminifera besar yang terdapat dalam batugamping pada formasi ini antara lain *Nummulites fichteli* (Michelotti), *Heterostegina* sp., *Quinquiloculina* sp., *Lepidocyclina* (*Eulepidina*) sp., *Cycloclypeus* sp., *Gypsina* sp., *Echinoid* dan *Rotalia* sp., yang menunjukkan umur Oligosen Awal-Miosen Awal. Kumpulan foraminifera plankton yang terdapat dalam napal dan batulempung yaitu antara lain *Globorotalia opima* (Bolli), *Globigerina ouchitaensis* (Bolli), *Globigerinita unicava* (Bolli, Loeblich dan Tappan), *lobigerinoides quadrilobatus* (Banner dan Blow), serta *Cassigerinella chipolensis* (Crushman dan Ponton) yang menunjukkan umur nisbi Oligosen. Lingkungan pengendapan formasi ini diperkirakan adalah lingkungan neritik dan ketebalan formasi ini kurang lebih 1000 meter.

c) Formasi Warukin (Tmw)

Formasi ini berada di atas Formasi Berai. Formasi ini diendapkan secara selaras dan terdiri dari selingan batu pasir kuarsa halus dengan batu konglomerat kasar dengan ketebalan 5-30 cm dan batulempung dengan ketebalan 3-100 cm, serta batubara dengan ketebalan 20-50 cm yang terendapkan pada lingkungan paralik dengan ketebalan total diperkirakan 1250 m. Fosil foraminifera yang

terkandung dalam batu lempung pasiran antara lain *Ammonia indica* (Le Roy), *Cellanthus sp.*, *Amphistegnia sp.*, *Florius sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Austrotrillina howchini* (Schlumberger).

d) Formasi Dahor (TQd)

Formasi ini berada pada bagian atas Formasi Warukin. Formasi ini tersusun atas batupasir kuarsa kurang padu, konglomerat dan Batu lempung lunak, dengan sisipan lignit (5-10 cm), kaolin (30-100 cm), dan limonit. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan paralas dengan tebal formasi diperkirakan 250 m. Formasi ini diperkirakan terbentuk pada periode Pliosen hingga Plistosen.

e) Endapan Aluvial (Qa)

Endapan Aluvial pada Cekungan Asem-asem merupakan hasil dari proses sungai (*fluviatil*) yang terdiri dari endapan lumpur, pasir, kerikil, kerakal dan bongkah yang berumur Kuartar.

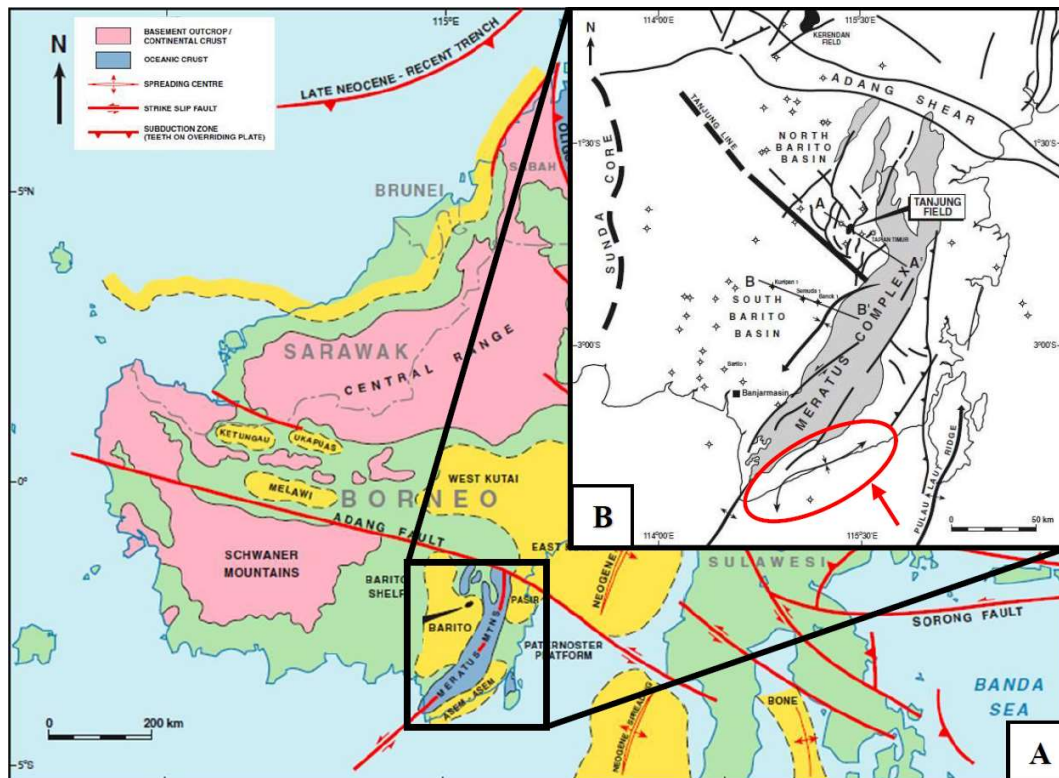
2.2. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang terdapat di Kalimantan Selatan adalah antiklin, sinklin, sesar naik, sesar mendatar, dan sesar turun. Sumbu lipatan umumnya berarah timurlaut-baratdaya dan umumnya sejajar dengan arah sesar normal. Di Kalimantan Selatan terdapat dua cekungan besar, yaitu Cekungan Barito dan Cekungan Asem-asem. Dua cekungan ini dibatasi oleh Pegunungan Meratus yang melintang dari utara-baratdaya. Cekungan Barito dan Cekungan Kutai ini dipisahkan oleh sebuah sesar yang berarah timur-barat di bagian utara dari Provinsi Kalimantan Selatan, sesar ini dikenal dengan nama Sesar Adang (Mudjiono dan Pireno, 2006).

Regim struktur yang terjadi di Cekungan Barito adalah regim *transpression* dan *transtension*. Struktur yang didapati adalah lipatan yang berarah utara timurlaut-selatan baratdaya (*NNE-SSW*) pada bagian utara cekungan. Sedangkan pada Pegunungan Meratus terdapat sesar-sesar yang membawa *basement*. Sesar-sesar ini ditandai dengan adanya *drag* atau *fault bend fold* dan sesar naik.

Sedangkan lipatan-lipatan yang terdapat di Pegunungan Meratus yaitu di bagian utara pegunungan ini berarah utara timurlaut-selatan baratdaya (*NNE-SSW*) dan yang berada di bagian selatan berarah utara-selatan. Lipatan yang banyak ditemui berupa antiklin dan beberapa sinklin. Sesar-sesar naik banyak terdapat pada

daerah Pegunungan Meratus dengan arah umum utara timurlaut-selatan baratdaya (*NEE-SSW*). Sesar-sesar mendatar juga banyak ditemui di Pegunungan Meratus ini, umumnya tidak terlalu panjang, berbeda dengan sesar naik yang memiliki kemenerusan yang panjang. Sesar-sesar mendatar umumnya berupa sesar mengiri dan berarah baratlaut-tenggara (Satyana, 2000).



Gambar 2.2. [A] Struktur geologi regional Pulau Kalimantan dan sekitarnya (modifikasi dari Kusum dan Karin, 1989 dalam Hidayat dkk, 2015). [B] Elemen tektonik utama Cekungan Asem-asem (Bon *et al.*, 1996 dalam Hidayat dkk, 2015).

2.3. Stratigrafi Regional

Di daerah perjanjian PT Jorong barutama Greston batuan tertua yang tersingkap termasuk di dalam Formasi Pudak (batuan tersier) yang terdiri dari batuan lava perselang-selingan konglomerat/vulkanik klastik, batu pasir dan batugamping, basal, batuan malihan dan ultrabasa. Batuan ini tersebar di daerah bagian Utara berbatasan dengan Pegunungan Meratus dan diperkirakan berumur Kapur Akhir. Sedangkan batuan termuda adalah endapan aluvial yang umumnya ditemukan sekitar daerah aliran Sungai Asam-Asam, Nahiya dan Katal-Katal sedangkan batuan yang terdapat pada daerah ini adalah batuan Pra-Tersier dan batuan sedimen.

a) Batuan Pra-Tersier

Batuan Pra-Tersier yang terdapat di daerah cekungan Kutai, Pasir Asam-Asam membentuk batuan alas cekungan. Batuannya terdiri dari batuan lava vulkanik, ultrabasa, gabro, andesit, rhyolit, malihan, metasedimen dan dikenal dengan Formasi Pudak.

b) Batuan Sedimen Tersier

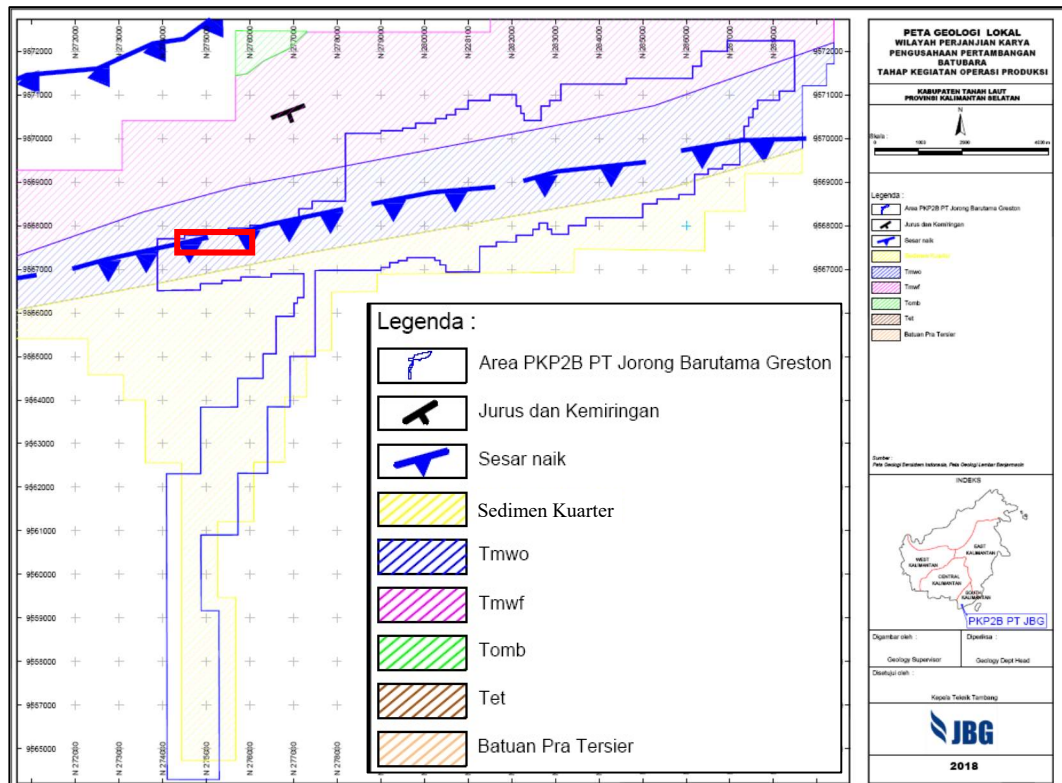
Pengendapan batuan sedimen di daerah cekungan tersier Asam-Asam dimulai dengan pembentukan batuan sedimen Formasi Tanjung (Tet) yang diendapkan pada kala Eosen secara tidak selaras di atas batuan dasar Pra-Tersier. Formasi Tanjung ini merupakan Formasi pembawa batubara Eosen pada Cekungan Tersier Kalimantan pada bagian Selatan-Timur. Di atas Formasi Tanjung ini, pada kala Oligosen-Miosen awal terjadi genang laut (*transgresi*) dan diendapkan secara selaras Formasi Berai (Tomb) dengan ciri khas batuan utamanya disusun oleh batugamping kaya fosil foraminifera dan koral. Selanjutnya pada kala Miosen Tengah-Akhir berlangsung penurunan muka laut (*regresi*) secara berangsur-angsur bersamaan dengan ini maka diendapkan batuan sedimen Formasi Warukin (Tmw) yang merupakan Formasi pembawa batubara Miosen. Pada kala Miosen akhir terjadi kegiatan tektonik terakhir yang menyebabkan tergerusnya batuan sedimen yang telah diendapkan, kemudian pada kala Pliosen diendapkan batuan sedimen dari Formasi Dahor (Tqd) secara tidak selaras di atas Formasi Warukin.

c) Batuan Sedimen Kuartar

Pengendapan batuan sedimen Formasi Dahor masih berlanjut sampai kala Pleistosen. Formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa kurang kompak, konglomerat dan batulempung lunak dengan sisipan lignit. Sedimen Alluvium (Qa) yang terdiri dari kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur merupakan endapan sedimen termuda yang menutupi sedimen batuan berumur lebih tua secara tidak selaras di daerah cekungan.

2.4. Geologi Lokal

Area PKP2B PT Jorong Barutama Greston termasuk dalam Cekungan Asam-Asam yang merupakan bagian dari Cekungan Barito. Batubara pada area penambangan PT Jorong Barutama Greston sendiri merupakan Formasi Warukin pada periode Miosen Akhir.



Gambar 2.3. Peta Geologi Lokal Konsesi PT JBG (2018)

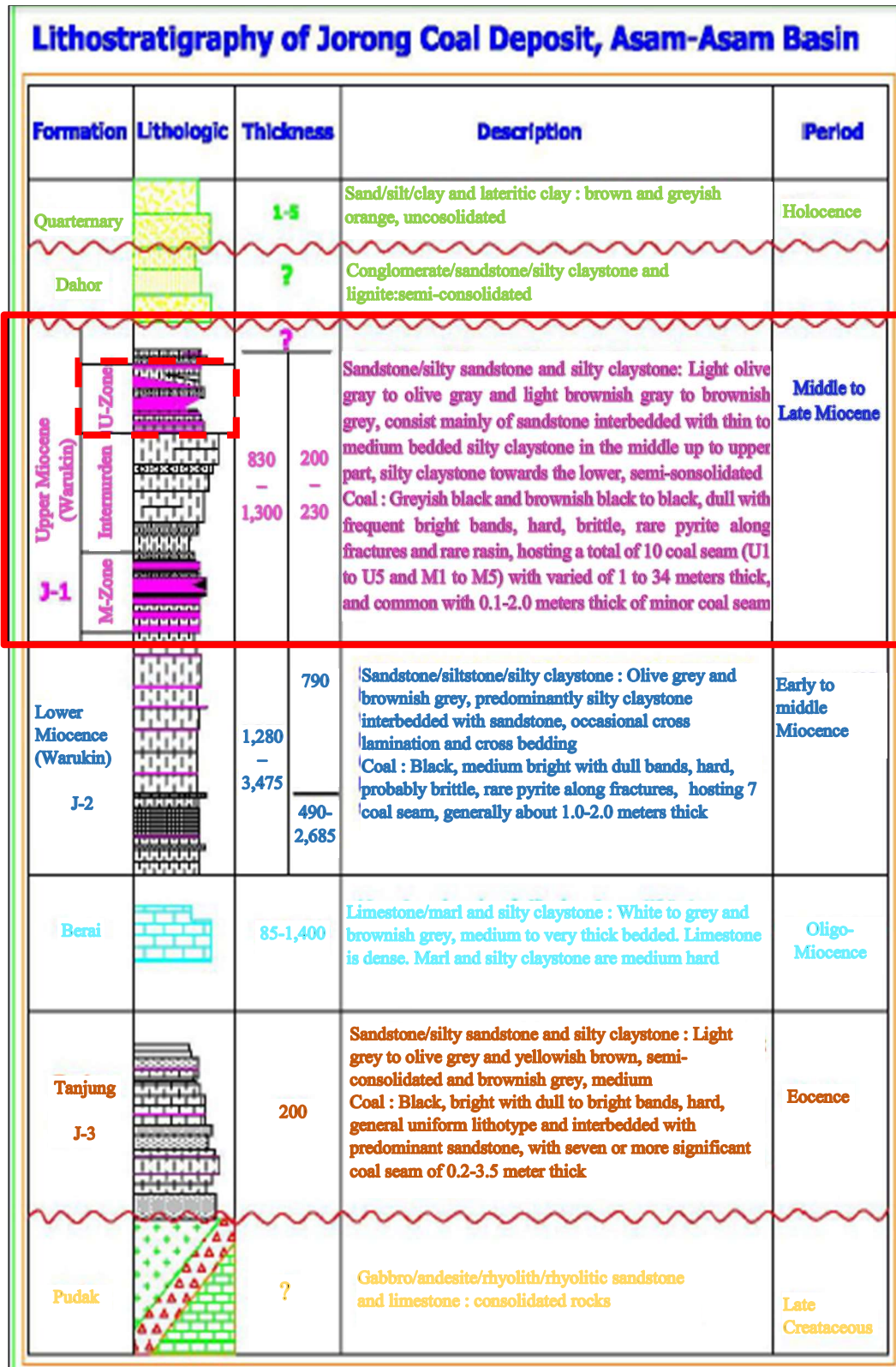
2.5. Stratigrafi Lokal

Formasi pembawa batubara di wilayah perjanjian terdapat pada Formasi Tanjung berumur Eosen dan Formasi Warukin berumur Miosen. Batubara Eosen Formasi Tanjung terdapat dalam satuan litologi/strata pembawa batubara (*coal-bearing strata*) berupa batupasir dengan perselang-selingan batupasir-lanauan dan batulempung. Batubara Eosen ini tersingkap dan tersebar di daerah bagian Utara wilayah perjanjian yaitu disekitar Blok Logkota dan terdiri dari lebih 7 (tujuh) lapisan dengan ketebalan sangat bervariasi antara 0,20 – 3,50 m. Ciri khas dari batubara ini adalah cukup keras, hitam mengkilap dengan kilap terang sampai agak kusam (*bright to dull bands*).

Strata pembawa batubara Miosen di wilayah perjanjian adalah satuan batu lempung dan batupasir dengan selang-seling per lapisan tipis sampai sedang batulanau dan batulempung. Satuan batu ini merupakan anggota dari Formasi Warukin. Batubara Miosen ini tersingkap di daerah bagian tengah wilayah perjanjian terutama di daerah Blok Timur dan Barat tersebar luas memanjang dari batas bagian Timur sampai batas bagian Barat wilayah perjanjian.

Batubara Miosen dikelompokkan menjadi dua yaitu batubara Miosen Bawah dan batubara Miosen Atas. Batubara Miosen Bawah terdiri dari 7 (tujuh) lapisan dengan ketebalan berkisar 1,0-2,1 m dengan ciri khas batubara berwarna hitam, kilap sedang dengan kilap kusam, keras sampai agak getas, mengandung sedikit pirit yang mengisi retakan. Batubara Miosen Atas terdiri dari 10 (sepuluh) lapisan batubara utama dengan ketebalan 1-34 m dan beberapa lapisan batubara minor ketebalan 0,1-2 m. Batubara ini memiliki ciri khas warna hitam keabu-abuan sampai kecoklatan, kusam sampai agak mengkilap, keras-getas dan mengandung sedikit pirit dan resin. Batubara Miosen Atas ini dibagi menjadi batubara M-Zone dan U-Zone.

Batubara M-Zone terdiri dari 5 (lima) lapisan batubara utama mulai dari lapisan paling bawah (tua) sampai teratas (muda); M1 (*splitting*: M1 dan M1U), M2, M3 (M3 dan M3U), M4 (*splitting*: M4L1, M4L2 dan M4U) dan M5 (*splitting*: M5L, M5 dan M5U) dengan ketebalan 0,66-34 m dan lapisan pengotor (*clayband*) pada lapisan batubara utama lebih kecil dari 0,30 m. Batubara U-Zone terdiri dari 5 (lima) lapisan batubara utama mulai dari lapisan paling bawah (tua) sampai teratas (muda); U1, U2, U3 (*splitting*: U3L dan U3-3, U3-2, U3-1, U4 dan U5) dengan ketebalan 1-25 m.



Gambar 2.4. Stratigrafi Batubara PT JBG (2018)

2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan penulis sebagai rujukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a) Penelitian H.P. Siagian dan B.S. Widijono (2013) berjudul Anomali Gayaberat Kaitannya Terhadap Keterdapatan Formasi Pembawa Batubara Di Daerah Banjarmasin Dan Sekitarnya, Kalimantan Selatan. Disebutkan bahwa lapisan pembawa batubara Formasi Warukin (Subcekungan Asem-asem) mempunyai rapat massa 2.55 gr/cm^3 , dan pada anomali sisa ditunjukkan dengan nilai anomali -5 mGal hingga -35 mGal .
- b) Penelitian Mangara P. Pohan (2005) berjudul Pemantauan Dan Pendataan Bahan Galian Pada Bekas Tambang Dan Wilayah Peti Daerah Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Menyebutkan bahwa : Batubara di Kabupaten Tanah Laut, umumnya dijumpai di Formasi Tanjung, Formasi Warukin dan sedikit dijumpai di Formasi Dahor berupa lignit. Endapan batubara dapat ditemukan di Asam-asam, Kecamatan Jorong dengan kondisi :
 - 1) Jumlah lapisan 2, tebal 1 m – 5 m, kemiringan 70°
 - 2) Nilai panas 6.000 kcal/kg – 7.000 kcal/kg , belerang 1,3%, abu 3,10%
 - 3) Formasi Tanjung – Paleogen.
- c) Penelitian Y. Darlan, R. Zuraida, C. Purwanto, R. Sulistyanti, A. Setyabudhi dan A. Masduki (1999) berjudul Studi Regional Cekungan Batubara Wilayah Pesisir Tanah Laut–Kotabaru Kalimantan Selatan. Mengemukakan bahwa Batubara Formasi Warukin terdiri atas lapisan-lapisan tebal ($>20\text{m}$), berlapis baik, lunak, lapisannya umumnya melensa, nilai kalori $< 6.000 \text{ kal/g}$.