PEMODELAN GEOLOGI DAN ESTIMASI SUMBER DAYA BATUBARA DI PIT "HMG", TAMBANG BATUBARA BANKO BARAT, SUMATRA SELATAN

GEOLOGICAL MODELLING AND COAL RESOURCE ESTIMATION IN THE "HMG" PIT, WEST BANKO COAL MINE, SOUTH SUMATRA

Adithya Ramadhani Hasibuan[1], Reinaldi Juniarto[2], Nurdrajat[1], Reza Mohammad Ganjar Gani[1], Dicky Muslim[3], dan M. Dwiki Satrio[4]
[1]Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
[2]Departemen Teknik Geologi, UPN Veteran
[3]Program Pascasarjana, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran
[4]Departemen Eksplorasi dan Geoteknik, PT Bukit Asam Tbk
adit.ar7@gmail.com dan d.muslim@unpad.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak deposit batubara, dan salah satu deposit terbesar ada di Pulau Sumatra. Tambang batubara Bukit Asam memiliki sejarah yang panjang sejak zaman Belanda. Wilayah penelitian ini berada di area tambang batubara Bukit Asam yang secara administratif terdapat di daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan. Makalah ini menggunakan pemodelan geologi 2D dan 3D untuk memperkirakan sumber daya batubara di PIT "HMG" di tambang batubara tepi barat. Empat puluh delapan data lubang bor eksplorasi PT Bukit Asam digunakan dalam penelitian ini. Data tersebut dianalisis dan diinterpretasi ulang untuk mengidentifikasi karakteristik batubara, mengorelasikan lapisan batubara, dan menyusunnya guna membuat model geologi bawah permukaan. Dalam upaya penentuan sumber daya batubara di kawasan ini terdapat beberapa teknik analisis (kriteria atau parameter) yang meliputi analisis kompleksitas geologi, analisis distribusi kualitas batubara, pemetaan bawah permukaan untuk mengamati geometri sebaran lapisan batubara dan pembuatan model geologi dari hasil kegiatan pengeboran. Objek penelitian yaitu lapisan batubara A1, A2, B1, B2, dan C dengan kategori peringkat bituminus B zat terbang tinggi berdasarkan klasifikasi ASTM. Distribusi lapisan batubara menunjukkan kecenderungan relatif tenggara-baratlaut. Klasifikasi atau estimasi sumber daya berdasarkan SNI 5015 : 2011 menunjukkan wilayah kajian termasuk dalam kompleksitas geologi dengan gugus geologi sederhana dengan jarak informasi sumber daya tereka 1.000<X≤ 1.500m, tertunjuk 500<X≤ 1.000m, dan terukur X≤ 500m. Dari pemodelan geologi dan perhitungan dengan metode sirkular diperoleh perkiraan sumber daya batubara total sebesar 155.085.529 ton, dengan rincian sumber daya per lapisan batubara adalah lapisan A1 sebesar 28.543.893 ton, lapisan A2 sebesar 31.199.799 ton, lapisan B1 sebesar 38.638.462 ton, lapisan B2 sebesar 15.790.222 ton, dan lapisan C sebesar 40.913.153 ton. Total sumber daya batubara sebesar 155,085,529 ton.

Kata kunci: batubara, estimasi sumber daya batubara, model geologi, batubara Banko Barat

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a lot of coal deposits, and one of the largest deposits is in Sumatra Island. The Bukit Asam coal mine has had a long history beginning with the Dutch colonial period. Administratively, location of the studied area is located in the area of Bukit Asam coal mine, Tanjung Enim area, Muara Enim Regency, South Sumatra Province. This paper provides the 2D and 3D geological modelling to estimate coal resources in the "HMG" PIT of West Banko Coal Mine. Forty-eight exploratory drill holes data from PT Bukit Asam were used in this study. There were reanalysed and reinterpreted to identify coal characteristics, correlate coal seams, and compile to create subsurface geological models. In an effort to

determine coal resources in this area, there were some analytical techniques (criteria or parameter), including geological complexity analysis, coal quality distribution analysis, subsurface mapping to observe the geometry of coal seam distribution and making geological models from the results of drilling activities. The studied objects are seams A1, A2, B1, B2, and C with rank of high volatile B bituminous based on the ASTM Classification. The coal seams distribution shows relatively southeast-northwest trends. Resources classification or estimation in this paper is based on SNI 5015 : 2011, in which the study area is included in the geological complexity of simple geological groups with the distance of inferred resource information 1,000<X≤ 1,500m, designated 500<X≤1,000m, and measured X≤500m. From geological modelling and the Circular Method, estimated coal seam A1 resource is 28,543,893 tons, A2 seam is 31,199,799 tons, seam B1 is 38,638,462 tons, seam B2 is 15,790,222 tons, and seam C is 40,913,153 tons. The total coal resources are 155,085,529 tons.

***Keywords**: coal, coal resources estimation, geological model, west Banko coal*

PENDAHULUAN

Kemajuan bidang industri semakin meningkat dengan adanya penemuan-penemuan bahan tambang, baik logam maupun bukan logam. Dalam rangka untuk mendukung perkembangan tersebut, perlu dilakukan kegiatan penyelidikan geologi umum, baik peninjauan umum maupun penyelidikan eksplorasi. Hasil penyelidikan yang dilakukan dapat menunjukkan potensi yang dapat dikembangkan, dan selanjutnya kegiatan survei ditingkatkan melalui kegiatan penyelidikan rinci untuk membuktikan keberadaan sumber daya batubara di daerah tersebut.

Saat ini, PT Bukit Asam Tbk (PTBA) yang memiliki izin usaha pertambangan (IUP) di daerah Tanjung Enim telah melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi. Kegiatan tersebut membutuhkan banyak data geologi untuk memetakan keterdapatan dan penyebaran sumber daya batubara. Kegiatan eksplorasi meliputi pemetaan geologi dan pengeboran eksplorasi. Hasil kegiatan ini diharapkan dapat memberi data yang akurat dan lengkap terkait sumber daya batubara yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengembangan wilayah tambang yang dioperasikan untuk keberlangsungan bisnis perusahaan tersebut.

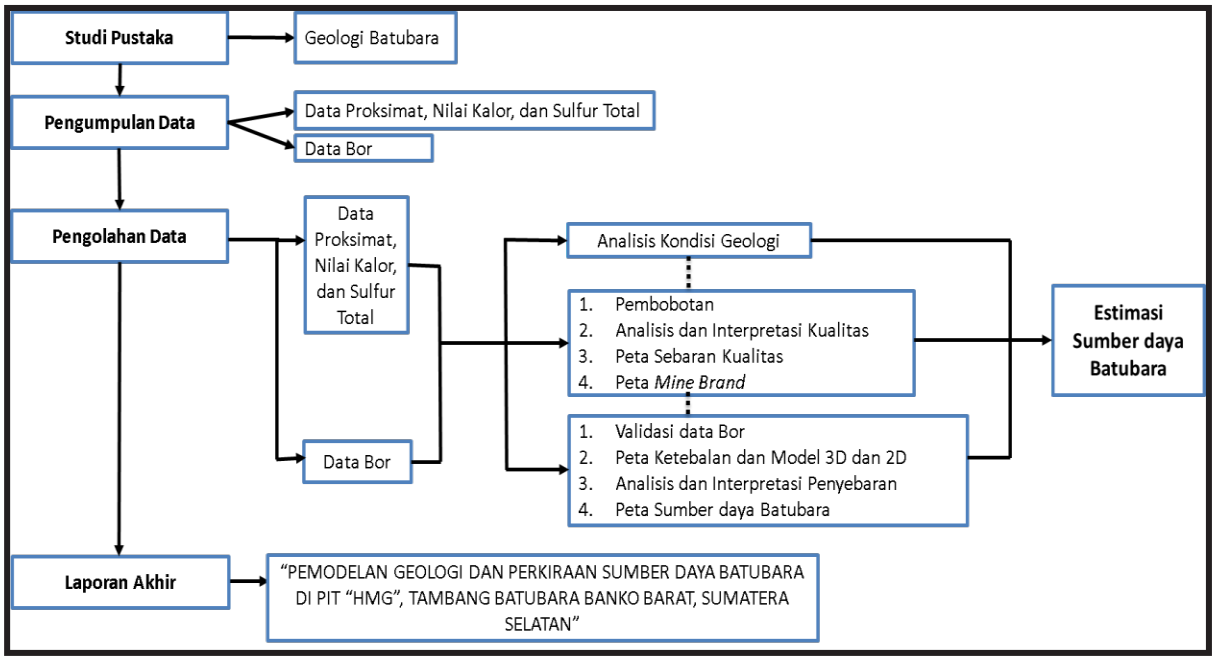
Dalam menyusun perencanaan tambang di wilayah tersebut diperlukan informasi mengenai sumber daya batubara, sehingga dilakukan pemodelan geologi dan perhitungan sumber daya di tambang batubara Banko Barat. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk memberikan informasi yang representatif untuk pengoperasian tambang lebih lanjut. Makalah ini menyajikan model endapan batubara dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang meliputi kompleksitas geologi seperti struktur, stratigrafi, sedimentologi secara terintegrasi. Selanjutnya, model endapan batubara tersebut dijadikan dasar dalam mengestimasi sumber daya batubara dan penyusunan perencanaan tambang.

METODOLOGI

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi tahapan persiapan, pengumpulan data, dan pengolahan serta analisis data. Tahap persiapan meliputi studi literatur, perumusan masalah dan pembatasan masalah (Gambar 1). Pada tahap pengumpulan data, banyak menggunakan data yang disediakan oleh perusahaan berupa data mentah. Data mentah yang didapatkan mencakup data hasil analisis laboratorium berupa data kualitas batubara, proksimat, total sulfur, dan nilai kalori batubara. Data hasil pengeboran, litologi batubara dan ketebalan batubara juga didapatkan melalui hasil analisis proses *coring* dan *logging* pada Tahun 2019 dengan batasan area yang ditentukan PTBA pada IUP Banko Barat. Tahap pengolahan data merupakan tahap dengan data yang telah dikumpulkan disusun menjadi basis data

dan diolah dengan *software Minescape 5.7*, *Surfer 13*, *Corel Draw X7*, *ArcGIs 10.4*, *Microsoft Excel*, dan *Microsoft Word* untuk mendapatkan hasil tujuan penelitian. Dalam hal ini, yang menjadi basis data yaitu kualitas batubara, survei, dan litologi yang didapatkan pada tahap sebelumnya. Keluaran pengolahan data berupa hasil pemodelan geologi dari bentuk 2D dan 3D, penentuan peringkat batubara berdasarkan standardisasi ASTM D-338 Tahun 1993, peta sebaran sumber daya hingga estimasi sumber daya batubara.

Perhitungan sumber daya batubara untuk menentukan estimasi sumber daya batubara dilakukan dengan standardisasi SNI 5015 : 2011 pada lapisan batubara A1, A2, B1, B2, dan C. Penentuan kompleksitas geologi dilakukan berdasarkan aspek-aspek sedimentasi, tektonik, dan variasi kualitas batubara pada daerah penelitian (Tabel 1). Setelah menentukan kondisi geologi (sederhana, moderat, kompleks), radius jarak titik informasi dapat diketahui untuk mengestimasi sumber daya batubara (Tabel 2).



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tabel 1. Klasifikasi kompleksitas geologi berdasarkan SNI 5015 : 2019

Parameter	Kondisi Geologi		
	Sederhana	**Moderat**	**Kompleks**
I.A. Sedimentasi	Sedikit bervariasi	Bervariasi	Sangat bervariasi
1. Variasi Ketebalan	Ribuan meter	Ratusan meter	Puluhan meter
2. Kesinambungan	Hampir tidak ada	Beberapa	Banyak
3. Percabangan			
I.B. Tektonik	Tidak ada	Jarang	Rapat
1. Sesar	Ada, landai	Terlipat sedang	Terlipat kuat
2. Lipatan	Tidak ada	Berpengaruh	Sangat berpengaruh
3. Intrusi	Landai	Sedang	Terjal
4. kemiringan			
II. Variasi Kualitas	Sedikit bervariasi	Bervariasi	Sangat bervariasi

Tabel 2. Kriteria jarak titik informasi menurut kondisi geologi

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumber Daya		
		Tereka	Terunjuk	Terukur
Sederhana	Jarak titik informasi (m)	1.000<x≤1.500	500<x≤1.000	x≤500
Moderat	Jarak titik informasi (m)	500< x ≤1.000	250<x≤500	x≤250
Kompleks	Jarak titik informasi (m)	200<x≤400	100<x≤200	x≤100

Sumber: SNI 5015 : 2011

GEOLOGI

Secara regional, keterbentukan geologi di daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Sumatra Selatan (Gambar 2). Secara khusus, daerah ini terletak di Subcekungan Palembang Selatan. Secara tektonik, Cekungan Sumatra Selatan telah mengalami empat kali orogenesis (Yarmanto, 1977), yakni pada zaman Mezosoikum Tengah, Jura Awal-Kapur Awal, Kapur Akhir-Tersier Awal, Plio-Pleistosen. Setelah orogenesis terakhir dihasilkan kondisi struktur geologi regional seperti terlihat pada saat ini, yaitu:

- Zone Sesar Semangko, merupakan hasil tumbukan antara Lempeng Sumatra Hindia dan Pulau Sumatra. Tumbukan ini menimbulkan sesar geser menganan di antara keduanya.
- Perlipatan dengan arah utama baratlaut-tenggara, sebagai hasil efek gaya kopel Sesar Semangko.
- Sesar-sesar yang berasosiasi dengan perlipatan dan sesar-sesar Pra-Tersier yang mengalami peremajaan.

Setelah mengalami interaksi antara pergerakan Lempeng Hindia-Australia dengan Lempeng Mikro Sunda, Cekungan Sumatra Selatan yang merupakan cekungan busur belakang ini terbagi menjadi empat subbagian (Pulunggono, 1984), yaitu:

- Subcekungan Jambi
- Subcekungan Palembang Utara
- Subcekungan Palembang Tengah
- Subcekungan Palembang Selatan

Stratigrafi Regional Cekungan Sumatra Selatan

Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan dari tua ke muda terdiri dari (Gambar 3):

- Kelompok Pra-Tersier Batuan Dasar, batuan Pra-Tersier yang terdiri atas batuan malihan dan batuan beku berumur Mesozoikum diinterpretasikan sebagai batuan dasar dari cekungan Tersier yang ada di daerah penelitian. Satuan batuan dasar ini telah mengalami aktivitas tektonik dan vulkanik, yaitu pensesaran, perlipatan, dan penerobosan.

- Formasi Lahat
  Formasi ini diendapkan pada lingkungan darat, ditandai oleh kehadiran tuf akibat aktivitas vulkanik. Batuan penyusun formasi ini terdiri atas konglomerat, batupasir, batulempung, tuf, breksi dan terkadang terdapat lapisan batubara tipis.

- Formasi Talang Akar
  Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai fluviatil yang dicirikan dengan terendapkannya batulanau, batupasir, dan sisipan batubara. Pada bagian tengah terdapat serpih yang diendapkan berdekatan dengan lingkungan laut. Kandungan material pasir pada formasi ini semakin bertambah mendekati tepi cekungan.

- Formasi Baturaja
  Formasi ini diendapkan pada lingkungan darat sampai laut dangkal

pada Miosen Awal. Formasi ini tersusun oleh batugamping terumbu, batugamping pasiran, batugamping serpih, serpih gampingan, napal dengan kandungan fosil foraminifera, koral, dan moluska.

- Formasi Gumai
  Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dalam, dengan hampir seluruh bagian cekungan digenangi air laut. Litologi penyusun formasi ini meliputi batupasir gampingan, serpih gampingan kaya akan foraminifera pada bagian bawah dan sisipan batugamping tipis pada bagian tengah dan atas. Umur formasi ini adalah Miosen Awal- Miosen Tengah.

- Formasi Air Benakat
  Formasi ini disusun oleh litologi serpih gampingan kaya akan foraminifera dengan sisipan batugamping pada bagian bawah dan semakin ke atas diendapkan sisipan batupasir yang banyak mengandung glaukonit, dengan kehadiran batupasir semakin ke atas semakin besar. Pada bagian atas ditemukan sisa-sisa tumbuhan dan batubara Kladi yang merupakan batas Formasi Air Benakat dan Formasi Muara Enim.

- Formasi Muara Enim
  Diendapkan pada lingkungan pengendapan laut dangkal, dataran delta, dan non-marine. Batuan penyusun formasi ini adalah batupasir, batulanau, batulempung, dan batubara, seringkali pada beberapa bagian atas formasi terdapat tuf atau batulempung tufan.

- Formasi Kasai
  Diendapkan pada lingkungan darat, dengan ketebalan batuan antara 500m sampai 1.000m, berumur Miosen Akhir-Pliosen Bawah. Batuan penyusunnya berupa perselingan konglomerat, batupasir tufan, tuf dan batulempung tufan dengan kandungan moluska air tawar dan fosil kayu yang tersilisifikasi.

Sedimentasi yang terjadi di Cekungan Sumatra Selatan berlangsung pada dua fase, yaitu transgresif dan regresif (Jackson, 1961).

Struktur Regional Cekungan Sumatra Selatan

Menurut beberapa ahli geologi, pola struktur geologi Cekungan Sumatra Selatan umumnya terdapat dua faktor utama, yaitu:

- Batuan dasar Pra-Tersier yang membentuk *half graben*, *horst* dan blok sesar (De Coster, 1974; Pulunggono dkk., 1992).
- Pola struktur berarah baratlaut-tenggara dan struktur depresi di timurlaut yang keduanya terbentuk sebagai akibat orogenis Plio-Plistosen (De Coster, 1974; Sardjito dkk., 1991).

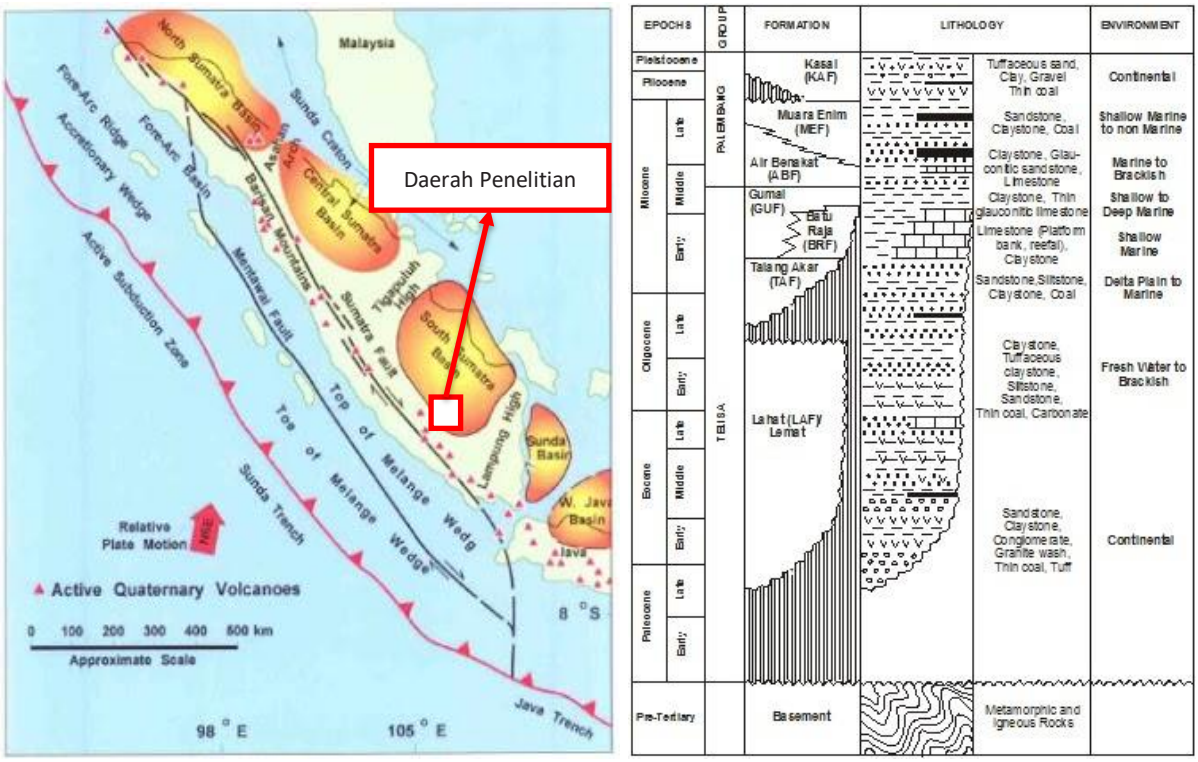
Perkembangan struktur geologi pada cekungan ini dibagi dalam empat periode (Pulunggono dan Cameron,-1984), yaitu:

- Akhir Jura-Awal Kapur
  Pada zaman ini, tektonik yang terjadi berupa kompresi. Arah tren utama struktur geologi pada periode ini adalah barat baratlaut-timur menenggara.

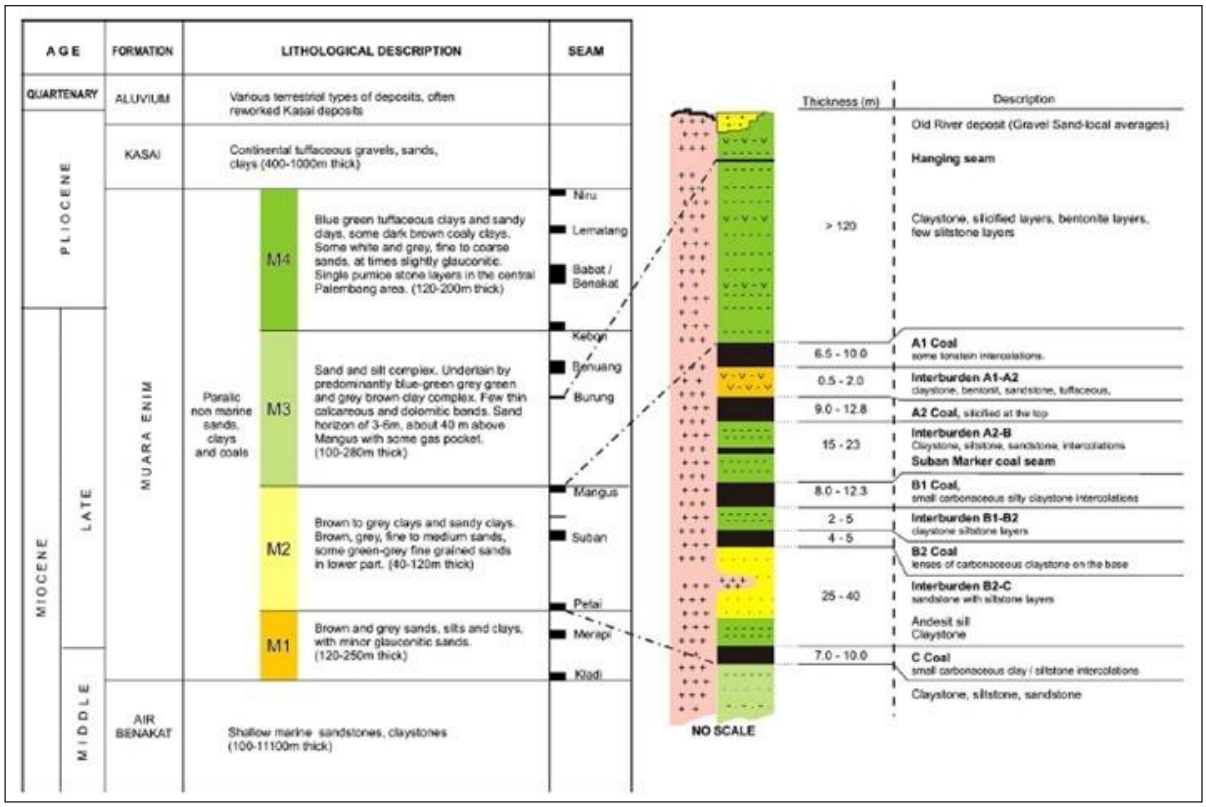
- Akhir Kapur-Oligosen
  Pada periode ini struktur geologi yang berkembang berupa peregangan dengan arah tren utara-selatan.

- Oligosen-Pliosen
  Periode ini merupakan fase tenang yaitu tidak ada pergerakan pada dasar cekungan.

- Pliosen-Plistosen
  Pada periode ini struktur geologi yang berkembang berupa kompresional dan sesar-sesar pada dasar cekungan yang mengalami reaktivasi, sehingga terjadi pengangkatan dan pembentukan antiklinorium di Sumatra Selatan.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian pada Cekungan Sumatra Selatan (kiri) dan stratigrafi regional (modifikasi dari Heidrick dan Aulia, 1993; Jackson, 1961; de Coster 1974)



Gambar 3. Stratigrafi Formasi Muara Enim dan tata nama lapisan batubara (modifikasi dari Shell Mijnbouw, 1978, dalam Susilawati dan Ward, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Batubara

- Peringkat lapisan batubara A1
  Lapisan batubara A1 memiliki nilai lembab total rata-rata sebesar 23,37%, nilai lembab melekat 12,73%, nilai abu rata-rata 4,49 % (adb) nilai zat terbang rata-rata 40,27% (adb), nilai karbon tertambat rata-rata 42,52% (adb), nilai sulfur total rata-rata 0,51% (adb) dan 0,44% (ar), dan nilai kalori rata-rata 5.967,15 kkal/kg (adb) dan 5.238,03 kkal/kg (ar).

  Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388-19 tahun 2004 nilai kalori 13.046,11 btu/lb merupakan batubara peringkat bituminus B zat terbang tinggi. Perbandingan antara zat terbang dengan karbon tertambat menghasilkan nilai rasio bahan bakar bernilai 0,93 menunjukkan bahwa lapisan batubara ini masih tergolong cukup bagus untuk pembakaran. Kandungan sulfur lapisan batubara ini menunjukkan angka rata-rata yang rendah 0,51% (adb) menurut Hunt dkk. (1996).

- Peringkat lapisan batubara A2
  Lapisan batubara ini memiliki nilai lembab total rata-rata sebesar 24,04%, nilai lembab melekat 12,89% (adb), nilai abu rata-rata 3,78% (adb), nilai zat terbang rata-rata 39,74% (adb), nilai karbon tertambat rata-rata 43,57% (adb), nilai sulfur total rata-rata 0,32% (adb) dan 0,38% (ar), dan nilai kalori rata-rata 6.008,37 kkal/kg (adb) dan 5.237,79 kkal/kg (ar).

  Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388-19 Tahun 2004 nilai kalori 13.028 btu/lb, lapisan batubara ini berperingkat bituminus B zat terbang tinggi. Perbandingan antara zat terbang dengan karbon tertambat menghasilkan nilai rasio bahan bakar bernilai 1,10. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan batubara ini masih tergolong cukup bagus untuk pembakaran. Kandungan sulfur lapisan batubara A2 menunjukkan angka rata-rata yang rendah 0,32% (adb) menurut Hunt dkk. (1996).

- Peringkat lapisan batubara B1
  Lapisan batubara ini memiliki nilai lembab total rata-rata sebesar 24,53% (adb), nilai lembab melekat 13,35% (adb), nilai abu rata-rata 3,89% (adb) nilai zat terbang rata-rata 39,64% (adb), nilai karbon tertambat rata-rata 43,09% (adb), nilai sulfur total rata-rata 0,34% (adb) dan 0,29% (ar), dan nilai kalori rata-rata 6.030,56 kkal/kg (adb) dan 5.251,68 kkal/kg (ar).

  Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388-19 Tahun 2004, nilai kalori 13.169,04 btu/lb berperingkat batubara bituminus B zat terbang tinggi. Perbandingan antara zat terbang dengan karbon tertambat menghasilkan nilai rasio bahan bakar bernilai 1,09. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan batubara ini masih tergolong cukup bagus untuk pembakaran. Kandungan sulfur lapisan batubara B1 menunjukkan angka rata-rata yang rendah 0,34% (adb) menurut Hunt dkk. (1996).

- Peringkat lapisan batubara B2
  Lapisan batubara ini memiliki nilai lembab total rata-rata sebesar 25,15% (adb), nilai lembab melekat 12,96% (adb), nilai abu rata-rata 5,74% (adb) nilai zat terbang rata-rata 38,67% (adb), nilai karbon tertambat rata-rata 43,17% (adb), nilai sulfur total rata-rata 1,02% (adb) dan 0,88% (ar), dan nilai kalori rata-rata 5.919,76 kkal/kg (adb) dan 5.084,72 kkal/kg (ar).

  Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388-19 Tahun 2004, nilai kalori 13.239,58 btu/lb berperingkat batubara bituminus zat terbang tinggi. Perbandingan antara zat terbang dengan karbon tertambat menghasilkan nilai rasio bahan bakar bernilai 1,12. Hasil ini menunjukkan

bahwa lapisan batubara ini masih tergolong cukup bagus untuk pembakaran. Kandungan sulfur lapisan batubara B2 menunjukkan angka rata-rata yang tinggi 1,02% (adb) menurut Hunt dkk. (1996).

- Peringkat lapisan batubara C
  Lapisan batubara ini memiliki nilai lembab total rata-rata sebesar 23,96% (adb), nilai lembab melekat 12% (adb), nilai abu rata-rata 4,16% (adb), nilai zat terbang rata-rata 40,36% (adb), nilai karbon tertambat rata-rata 43,47% (adb), nilai sulfur total rata-rata 0,99% (adb) dan 0,86% (ar), dan nilai kalori rata-rata 6.178,56 kkal/kg (adb) dan 5.339,18 kkal/kg (ar).

  Apabila diklasifikasikan menurut ASTM D388-19 Tahun 2004, nilai kalori 13.381,84 btu/lb merupakan batubara berperingkat bituminus B zat terbang tinggi. Perbandingan antara zat terbang dengan karbon tertambat menghasilkan nilai rasio bahan bakar bernilai 1,08. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan batubara ini masih tergolong cukup bagus untuk pembakaran. Kandungan sulfur dalam lapisan batubara ini menunjukkan angka rata-rata yang sedang 0,99% (adb) menurut Hunt dkk.(1996).

Model dan Geometri Penyebaran Lapisan Batubara

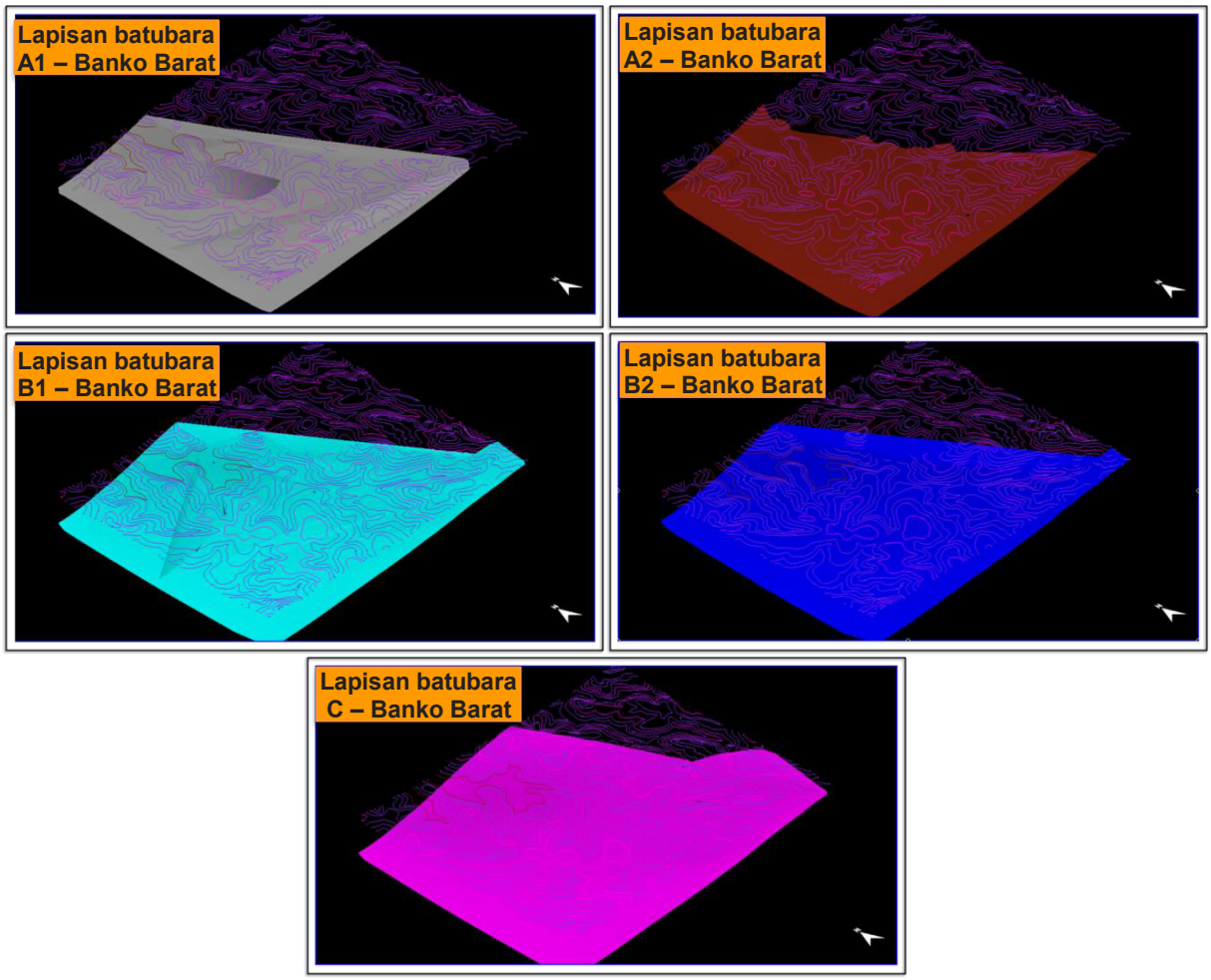
Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data survei pengeboran dan data hasil *well logging* yang berisi lapisan batubara dan kedalamannya di setiap lubang bor. Pengambilan data pada daerah penelitian dilakukan pada 48 titik pengeboran, dengan kedalaman yang cukup bervariasi antara 43 meter sampai dengan 274 meter. Berdasarkan log akhir pada 48 sumur pengeboran tersebut, didapatkan lima lapisan batubara: A1, A2, B1, B2, dan C berdasarkan urutan termuda dan juga karakteristik masing-masing dari setiap lapisannya. Data tersebut dapat dikorelasikan satu sama lain untuk merekonstruksi suatu model 3D penyebaran batubara dari tiap lapisan batubara. Dimensi *software Minescape 5.7* menggambarkan pola penyebaran endapan batubara setiap lapisan batubara.

Penampang 2D lapisan batubara

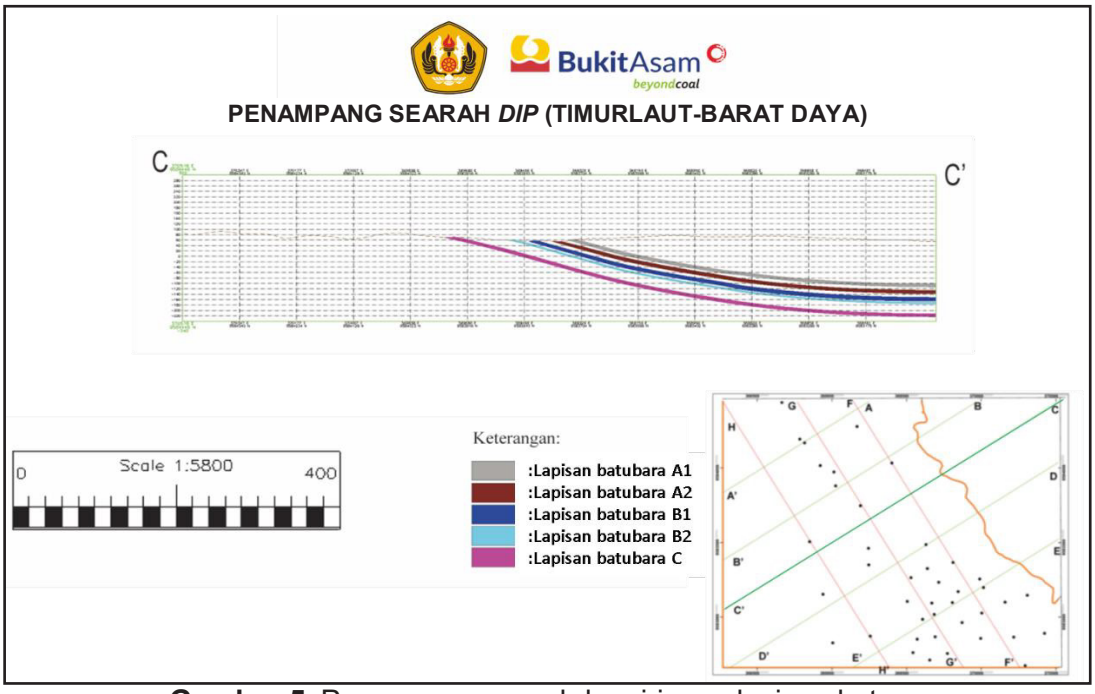
Dari data kedalaman dan sebaran 48 sumur pengeboran, kemudian dibuat garis sayatan. Garis penampang dengan kemiringan lapisan batuan berarah timurlaut-barat daya (Gambar 5). Sayatan C-C' berarah timurlaut-barat daya dibentuk garis penampang dengan menggunakan *software Minescape 5.7*, dan menghasilkan model 2D penyebaran batubara. Hasil penarikan ini menghasilkan pemodelan pola penyebaran endapan batubara. (Gambar 5).

Pemodelan lapisan batubara diperoleh hasil bahwa lapisan batubara pada area penambangan di IUP Banko Barat ini memiliki lima lapisan batubara, yaitu A1, A2, B1, B2, C dengan arah umum kemenerusan penyebaran batubara searah lapisan batubara, yaitu relatif timurlaut-baratdaya. Dari hasil ini, dapat dilihat bahwa daerah penelitian berada di sebuah struktur geologi berupa lipatan.

Sayatan berarah timurlaut–baratdaya dibuat dan diperoleh hasil pemodelan bahwa lapisan batubara pada area penambangan di IUP Banko Barat ini memiliki lapisan batubara A1, A2, B1, B2, C dengan arah umum kemiringan lapisan batubara kearah baratdaya sedangkan penyebaran batubara menunjukkan arah relatif baratlaut ke tenggara.



Gambar 4. Model 3D tiap lapisan batubara A1, A2, B1, B2 dan C di daerah penelitian Tambang Banko Barat



Gambar 5. Penampang searah kemiringan lapisan batuan

Estimasi Sumber Daya Batubara

Mengacu pada pedoman pelaporan, sumber daya, dan cadangan batubara (SNI 5015 : 2011), penghitungan sumber daya pada darah penelitian yaitu kompleksitas geologi sederhana. Selanjutnya, penghitungan sumber daya batubara menggunakan jarak titik informasi untuk menentukan sumber daya terukur, tertunjuk, tereka. Jarak titik informasi (m) menurut kondisi geologi sederhana untuk estimasi sumber daya batubara tereka 1.000<x≤1.500, tertunjuk 500<x≤1.000, terukur X≤500.

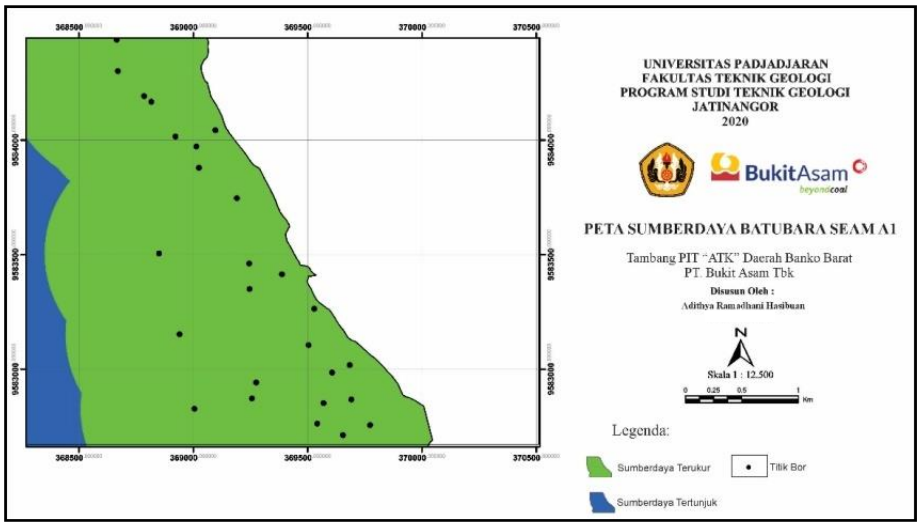
- Estimasi sumber daya lapisan batubara A1
  Lapisan batubara A1 (Gambar 8) memiliki sumber daya batubara terukur 25.945.466 ton, tertunjuk 2.598.427 ton, dan terdapat 0 ton pada sumber daya tereka. Hasilnya, jumlah sumber daya lapisan batubara A1 sebesar 28.543.893 ton dengan luas area 2.157.100 m^2.

- Estimasi sumber daya lapisan batubara A2
  Lapisan batubara A2 (Gambar 9) memiliki sumber daya batubara terukur 28.600.796 ton, tertunjuk 2.599.003 ton, dan terdapat 0 ton pada sumber daya tereka (Gambar 7). Hasilnya, sumber daya batubara lapisan batubara A2 sebesar 31.199.799 ton dengan luas area 2.286.800 m^2.

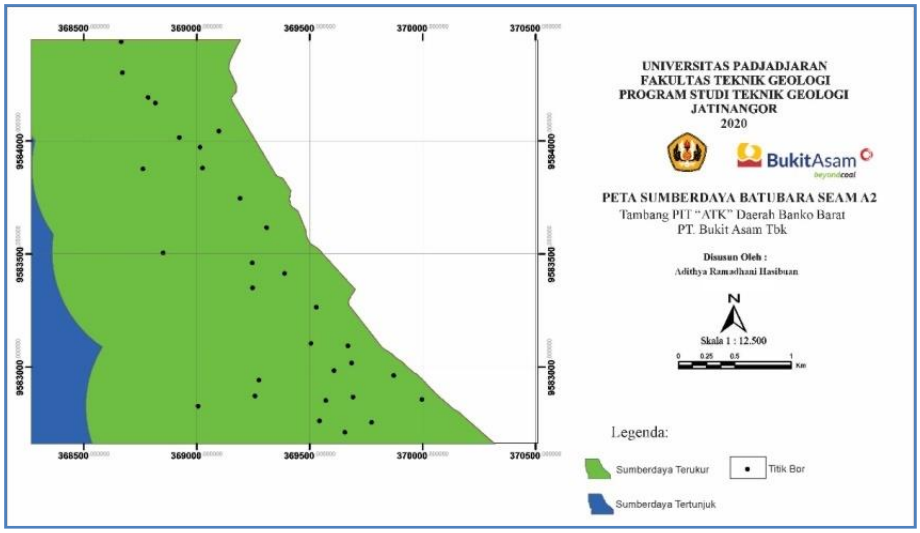
- Estimasi sumber daya lapisan batubara B1
  Lapisan batubara B1 (Gambar 10) memiliki sumber daya batubara terukur 35.238.089 ton, tertunjuk 3.400.373 ton, dan terdapat 0 ton pada sumber daya tereka (Gambar 8). Hasilnya, sumber daya batubara lapisan batubara B1 sebesar 38.638.462 ton dengan luas area 2.648.700 m^2.

- Estimasi sumber daya lapisan batubara B2
  Lapisan batubara B2 (Gambar 11) memiliki sumber daya batubara terukur 14.665.106 ton, tertunjuk 1.125.116 ton, dan terdapat 0 ton pada sumber daya tereka (Gambar 9). Hasilnya, sumber daya lapisan batubara B2 sebesar 15.790.222 ton dengan luas area 2.716.600 m^2.

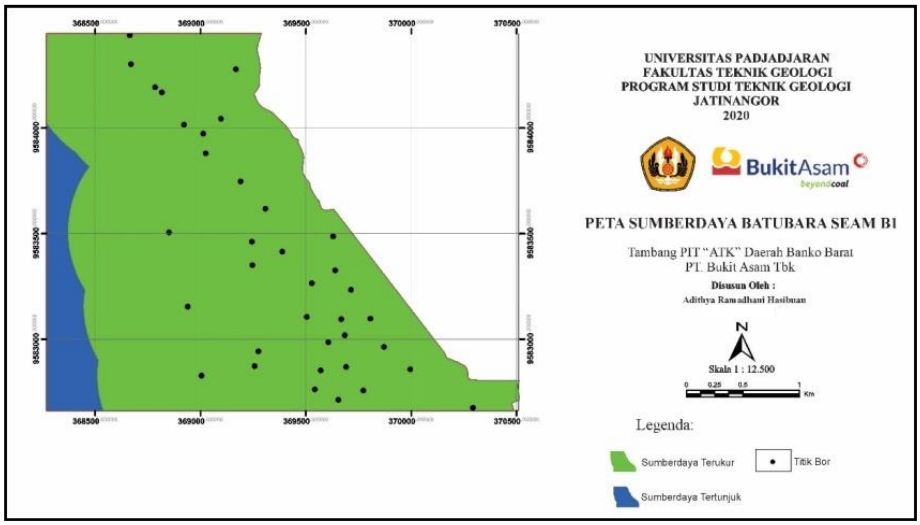
- Estimasi sumber daya lapisan batubara C
  Lapisan batubara C (Gambar 10) memiliki sumber daya batubara terukur 38.564.377 ton, tertunjuk 2.348.776 ton, dan terdapat 0 ton pada sumber daya tereka. Hasilnya, sumber daya lapisan batubara C sebesar 40.913.153 ton dengan luas area 3.190.300 m^2.



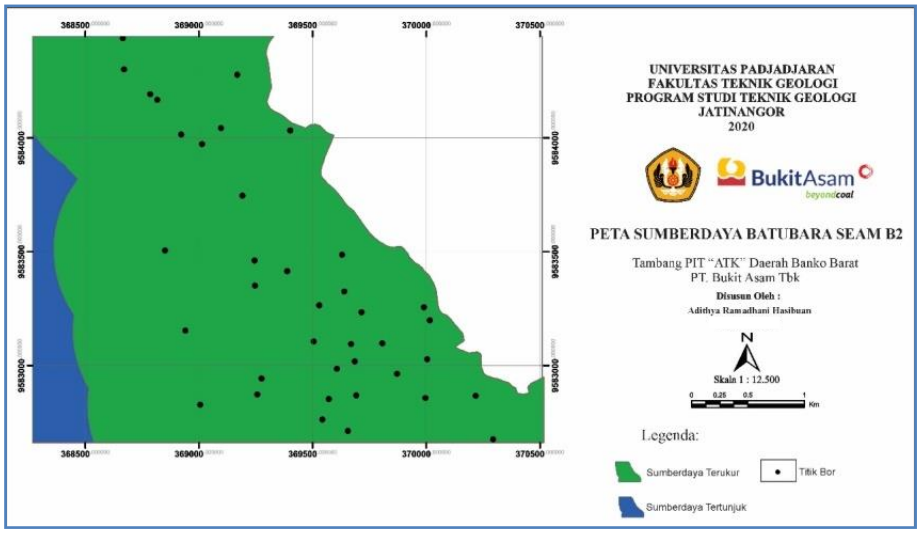
Gambar 6. Peta sumber daya lapisan batubara A1



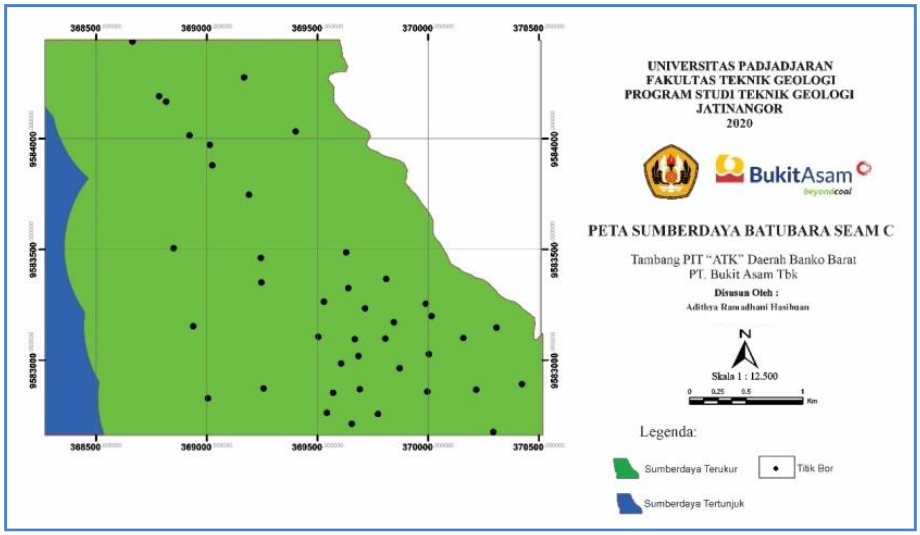
Gambar 7. Peta sumber daya lapisan batubara A2



Gambar 8. Peta sumber daya lapisan batubara B1



Gambar 9. Peta sumber daya lapisan batubara B2



Gambar 10. Peta sumber daya lapisan batubara C

KESIMPULAN

Dari model geologi yang dibuat, diketahui daerah penelitian tersusun atas lima lapisan batubara, yaitu A1, A2, B1, B2, dan C. Arah penyebaran dari kelima lapisan batubara tersebut relatif sama, yaitu baratlaut-tenggara N140^{0}E-N148^{0}E.

Berdasarkan hasil dari uji kualitas batubara berdasarkan ASTM D388-19 Tahun 2004, peringkat lapisan batubara A1, A2, B1, B2, dan C adalah bituminus B zat terbang tinggi. Nilai kalori berkisar antara 13.000 btu/lb-14.000 btu/lb.

Estimasi sumber daya batubara untuk lapisan batubara A1 adalah 28.543.893 ton, A2 adalah 31.199.799 ton, B1 adalah 38.638.462 ton, B2 adalah 15.790.222 ton, dan C adalah 40.913.153 ton. Total sumber daya batubara secara keseluruhan sebesar 155.085.529 ton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Manajemen PT Bukit Asam, Tbk yang telah mengizinkan penggunaan data untuk penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anggayana, K., 1999, Genesa Batubara. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

ASTM D-338, 2004, *Annual Book Of Standards "Classification Of Coal By Rank*"

Badan Standardisasi Nasional, 2015, Standar Nasional Indonesia (SNI) 5015 – 2011 Pedoman Pelaporan Sumber daya dan Cadangan Batubara.

Badan Standardisasi Nasional, 2019, Standar Nasional Indonesia (SNI) 5015 – 2019 Pedoman Pelaporan Sumber daya dan Cadangan Batubara.

Blake, 1989, *The Geological Regional and Tectonic of South Sumatra Basin*. Jakarta: Proceding 11th IPA.

de Coster, G. L, 1974, *The geology of the central and south Sumatra basins*.

Heidrick, T. L. and Aulia, K., 1993, *A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plains Block, Central Sumatra Basin, Indonesia. Proceedings Indonesian Petroleum Association*, *22nd Annual Convention*, IPA93-1.1-179 Jakarta.

Hunt, J. M., 1996, *Petroleum Geochemistry and Geology, 2nd edn.: W. H. Freeman, New York*, NY

Koesoemadinata, R. P., 1981, *Stratigraphy and Sedimentation: Ombilin Basin, Central Sumatra (West Sumatra Province)*. Jakarta: Proceedings 10th Annual Convention IPA.

Pulunggono, A and Cameron, N. R. 1984, *Sumatran microplates, their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatra basins*. Jakarta : Proceedings 13th Annual Convention IPA.

Pulunggono, A., Haryo, A. and Kosuma, C. G. 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a framework of the South Sumatra Basin; A study of SAR-MAPS. Proceedings Indonesian Petroleum Association*. 21th Annual Convention

Van Bemmelen, R. W., 1949, *Report on the volcanic activity and volcanological research in indonesia during the period 1936–1948. Bulletin Volcanology. Springer*.

Susilawati, R. and Ward, C. R, 2006, *Metamorphism of mineral matter in coal from the Bukit Asam deposit, South Sumatra, Indonesia" International Journal of Coal Geology*, Vol. 68, pp. 171-195.

Sukandarrumidi, 1995, Batubara dan gambut. Gadjah Mada University Press.

Ward, C. R. and Ruiz, I. S., 2008, *Introduction to Applied Coal Petrology, (in Applied Coal Petrology, The role of petrology in coal utilization; Ruiz-Suares & Creling, J.A, Ed.*).

Wiznu dan Nazirman, 1997, Geologi Regional Sumatra Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Diterima	: 15 September 2020
Direvisi	: 7 Oktober 2020
Disetujui	: 30 November 2020