

**ANALISIS GEOMETRI LAPISAN BATUBARA
MENGUNAKAN DATA LOG SUMUR UNTUK RENCANA
ARAH PENAMBANGAN PT. PENGEMBANGAN INVESTASI
RIAU KECAMATAN BATANG PERANAP KABUTAPEN
INDRAGIRI HULU PROVINSI RIAU**

TUGAS AKHIR

Studi : Eksplorasi Batubara



Oleh :

AYU DITANIA
153610217

**PRODI TEKNIK GEOLOGI FAKUTLAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

**ANALISIS GEOMETRI LAPISAN BATUBARA
MENGUNAKAN DATA LOG SUMUR UNTUK RENCANA
ARAH PENAMBANGAN PT. PENGEMBANGAN INVESTASI
RIAU KECAMATAN BATANG PERANAP KABUTAPEN
INDRAGIRI HULU PROVINSI RIAU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar
Sarjana Pada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru



Oleh :

AYU DITANIA
153610217

**PRODI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**



Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Scanned by CamScanner

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur semoga selalu terpanjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan limpaham rahmat dan hidayahNya kepada kita semua sehingga dengan bantuanNya, laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Geometri Lapisan Batubara Menggunakan Data Log Bor Untuk Rencana Arah Penambangan Pt. Pengembangan Investasi Riau Kecamatan Batang Peranap Kabutapen Indragiri Hulu Provinsi Riau” bisa selesai tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini, saya juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyelesaiannya laporan, di antaranya:

1. Orang Tua yang selalu mendukung selama proses penulisan dan penyusunan laporan.
2. Bapak Budi Prayitno ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya sehingga laporan ini bisa selesai.
3. Dosen Prodi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau; Ibu Yuniarti Yuskar ST. MT, Bapak Tiggi Choanji ST.MT, Bapak Dewandra Bagus E.P, B.Sc (Hons), M.Sc, Bapak Adi Suryadi, B.Sc (Hons), M.Sc, dan Bapak Husnul Kausarian, P.hd yang telah memberikan ilmu mengenai bidang geologi.
4. Orang Spesial Afdal Zikri yang telah memberikan semangat dan koreksinya dalam proses pembuatan laporan ini.
5. Sahabat-sahabat terbaik ; Yudi Arifandi, R Dery Marsulino, Suci Munnawarah, Kiki Onlivia, Yoss Admojo, Rezky Oktaviandi, Belila Marsela, dan Abdul Hadi yang telah memberikan semangat dalam proses pembuatan laporan ini.
6. Kakak Tersayang Nelva S.Kom dan Sally S.Pd yang telah membantu dalam memberikan motivasi sehingga Tugas Akhir ini bisa diselesaikan.
7. Rektorat Universitas Islam Riau beserta jajarannya, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau beserta jajarannya, dan Ketua Jurusan serta Sekretaris

Jurusan Prodi Teknik Geologi yang telah sabar dan menerima saya sebagai mahasiswa.

Di dalam menyusun dan menyelesaikan laporan ini, saya menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, berbagai bentuk kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan sehingga saya bisa menyempurnakan laporan ini sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 29 Juli 2019

Ayu Ditania



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Islam Riau, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Ditania
NPM : 153610217
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclsive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Geometri Lapisan Batubara Menggunakan Data Log Bor Untuk Rencana Arah Penambangan Pt. Pengembangan Investasi Riau Kecamatan Batang Peranap Kabutapen Indragiri Hulu Provinsi Riau Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalihmediakan/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, Agustus 2019

Ayu Di
METERAI TEMPEL
E98E7AF928231319
6000
RUANG RUMAH

vi

**ANALISIS GEOMETRI LAPISAN BATUBARA
MENGUNAKAN DATA LOG SUMUR UNTUK RENCANA
ARAH PENAMBANGAN PT. PENGEMBANGAN INVESTASI
RIAU KECAMATAN BATANG PERANAP KABUTAPEN
INDRAGIRI HULU PROVINSI RIAU**

**Ayu Ditania
153610217**

SARI

Daerah Penelitian berada di Daerah Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Secara geografis wilayah ini terdapat pada koordinat $00^{\circ}35'00''$ LS - $00^{\circ}37'17''$ LS dan $101^{\circ}52'30''$ BT - $101^{\circ}55'03''$ BT. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh Geometri lapisan batubara merupakan hal yang sangat penting di dalam penentuan sumber daya, cadangan batubara maupun dalam menentukan arahan penambangan batubara. Dari hasil penelitian yang akan dijadikan acuan pada penelitian kali ini adalah *Seam B* dikarenakan ketebalan batubaranya rata-rata 4,3 meter dan dinyatakan lebih ekonomis. Seam B Arah umum dari perlapisan ini adalah Barat Laut – Tenggara dan diperkirakan berada pada sayap Barat antiklin Lubuk Bakoreh. Metode penambangan yang digunakan adalah sistem tambang terbuka *open pit* dengan kemiringan berkisar antara $5-10^{\circ}$, dan ketebalan rata-rata lebih dari 0,50m. Permodelan dilakukan dengan memproyeksikan data pemboran dan singkapan outcrop batubara menggunakan perangkat lunak *Minescape* dan *Rockwork*. Seam B dibagi lagi menjadi tiga blok dikarenakan titik bor yang tidak memiliki arah sebaran yang teratur, yaitu Seam B blok utara, blok timur dan blok selatan, Seam B Utara memiliki cadangan sebesar 723.757,125 ton, , *overburden* sebesar 5.230.669,625 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1, cadangan batubara pada pit Blok seam B Timur sebesar 1.152.937,5 ton, , *overburden* sebesar 1.421.062,5 ton, dengan *stripping ratio* 1 : 1 dan pada pit Blok seam B Selatan diperoleh cadangan batubara sebesar 1.282.208,785 ton *overburden* sebesar 9.266.063,4 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1.

Katakunci: Geometri, Open Pit, Stripping Ratio, Batubara

**ANALYSIS OF COAL GEOMETRY USING LOG BOR
DATA FOR THE MINING DIRECTION PLAN
PT. RIAU INVESTMENT DEVELOPMENT
BATANG PERANAP DISTRICT, KABUTAPEN INDRAGIRI HULU,
RIAU PROVINCE**

**AYU DITANIA
153610217**

ABSTRACT

Regional Research is in the Pematang Benteng Village Area, Batang Peranap District, Indragiri Hulu Regency, Riau Province. Geographically this area is at coordinates $00^{\circ} 35'00''$ LS - $00^{\circ} 37'17''$ LS and $101^{\circ} 52'30''$ BT - $101^{\circ} 55'03''$ BT. This research is motivated by the geometry of coal seams which is very important in determining the resources, coal reserves and in determining the direction of coal mining. The results of the research that will be used as a reference in this study are Seam B because the average coal thickness is 4.3 meters and is stated to be more economical. Seam B The general direction of this coating is Northwest - Southeast and is thought to be in the West wing of the Lubuk Bakoreh anticline. The mining method used is an open pit mining system with a slope ranging from $5-10^{\circ}$, and an average thickness of more than 0.50m. Modeling is done by projecting outcrop coal drilling and outcrop data using Minescape and Rockwork software

Seam B is divided into three blocks because the drill points do not have a regular distribution direction, namely Seam B north block, east block and south block, Seam B Utara has reserves of 723,757,125 tons, overburden of 5,230,669,625 tons, stripping ratio 7: 1, coal reserves in East B seam block pit of 1,152,937.5 tons, overburden of 1,421,062.5 tons, with stripping ratio of 1: 1 and in South Block seam B pit of coal reserves of 1,282 .207,785 tons of overburden amounting to 9,266,063.4 tons, with a stripping ratio of 7: 1.

Keywords : Geometry, Open Pit, Stripping Ratio, Coal

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	
HALAMAN PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
SARI	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Lokasi Daerah Penelitian	3
1.7 Kondisi Wilayah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Fisiografi Daerah Penelitian	5
2.2 Sumber Daya Batubara	7
2.3 Rancangan Teknik Penambangan	11
2.4 Sistem Penambangan	11
2.5 Desain Tambang Terbuka	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Objek Penelitian	20
3.2 Alat-alat Yang Digunakan	20

3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	21
3.4 Metode Penelitian	21
3.5 Perencanaan Tambang	22
3.6 Konsep Permodelan Sumber Daya	24
3.7 Perhitungan Sumber Daya Batubara.....	24
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Permodelan <i>Subsurface</i>	25
4.2 Pola Sebaran Lapisan Batubara Daerah Penelitian	26
4.3 Metode Penambangan.....	29
4.4 Permodelan tiga demesi sebaran Batubara.....	29
4.5 Hasil Penaksiran Cadangan Sumber Daya Batubara	31
4.6 Rancangan Teknis Penambangan.....	32
BAB V PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta administrasi Daerah Penelitian	3
Gambar 1.2 Kondisi Penggunaan Lahan Daerah Penelitian	4
Gambar 2.2 Penambangan Contour Mining	12
Gambar 2.3 Penambangan Open Pit.....	13
Gambar 2.4 Penambangan Strip Mining	14
Gambar 4.1 Kenampakan Batubara pada Lapisan A.....	27
Gambar 4.2 Kenampakan Batubara pada Lapisan B.....	28
Gambar 4.3 Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada Blok Utara	34
Gambar 4.4 Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada Blok B Timur	34
Gambar 4.5 Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada Blok B Selatan	13
Gambar 4.6 Sistem Penyaliran Tambang.....	13



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Stratigrafi Daerah Peninjauan 5
Tabel 4.1 Data titik bor dan koordinat pada daerah penelitian..... 25
Tabel 4.2 Batasan Titik Koordinat Pada Daerah Penelitian 26
Tabel 4.2 Stripping Ratio Batubara Daerah Peneltian 31



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geometri lapisan batubara merupakan hal yang sangat penting di dalam penentuan sumber daya, cadangan batubara maupun dalam menentukan arahan penambangan batubara. Pola sebaran dan kemenerusan lapisan batubara merupakan parameter di dalam geometri lapisan batubara. Maka dari itu penulis ingin mengetahui geometri batubara daerah penelitian dikarenakan keterdapatan batubara yang ekonomis.

Secara fisiografis daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Sumatera Selatan, dimana pemebeentukan cekungan dipengaruhi oleh sistem penunjaman Lempeng Eurasia dengan Lempeng India Australia. Salah satu cekungan Sumatera Selatan yang mengandung formasi pembawa batubara (coal bearing formation) adalah Formasi Muara Enim (S. Gafoer, T. Cobrie dan J. Purnomo, 1986). Setiap lapisan batubara memiliki ketebalan yang tidak selalu sama, hal ini dikontrol oleh proses yang berlangsung selama pengendapan serta proses-proses sesudah pengendapan (Kuncoro, 1996).

Rancangan teknis penambangan ini nantinya akan dipakai sebagai acuan dalam operasi penambangan, yang meliputi kegiatan *land clearing*, pengupasan lapisan penutup (*overburden*), penggalian batubara, dan penimbunan *overburden* (*waste dump*). Metode penelitian yang dilakukan adalah Pengumpulan data, berupa peta topografi, peta geologi, data lubang bor dan singkapan, data spesifikasi alat mekanis yang akan digunakan. Pengolahan data yaitu mendigitasi peta dan menentukan endapan batubara melalui data lubang bor. Pembuatan perancangan tambang batubara dengan *Globalmapper*, *AutoCad*, *Minescape* dan *Rockwork*.

Dalam penelitian ini, target luaran hasil penelitian berupa jurnal nasional terakreditasi dan sebagai refrensi penelitian sejenis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi struktur bawah permukaan daerah penelitian ?
2. Bagaimana sebaran dan geometri lapisan batubara didaerah penelitian ?
3. Bagaimana sumberdaya batubara pada daerah penelitian ?
4. Bagaimana arahan penambangan batubara di daerah penelitian berdasarkan aspek geologi dan ekonomi didaerah penelitian ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1. Untuk mengetahui struktur batubara dibawah permukaan daerah penelitian.
2. Untuk mengetahui sebaran dan geometri batubara didaerah penelitian.
3. Untuk mengetahui sumber daya batubara pada daerah penelitian.
4. Untuk mengetahui arahan penambangan batubara di daerah penelitian berdasarkan aspek geologi dan ekonomi didaerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Kajian dalam penelitian ini adalah analisis geometri lapisan batubara berdasarkan data pemboran sumur untuk perencanaan arah penambangan batubara di pnlitin

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi 2, yaitu :

1. Kegunaan penelitian bagi perusahaan :

Dari pemahaman yang baik mengenai geometri batubara maka akan sangat membantu bagi perusahaan dalam menentukan perencanaan pengembangan dan perluasan penambangan

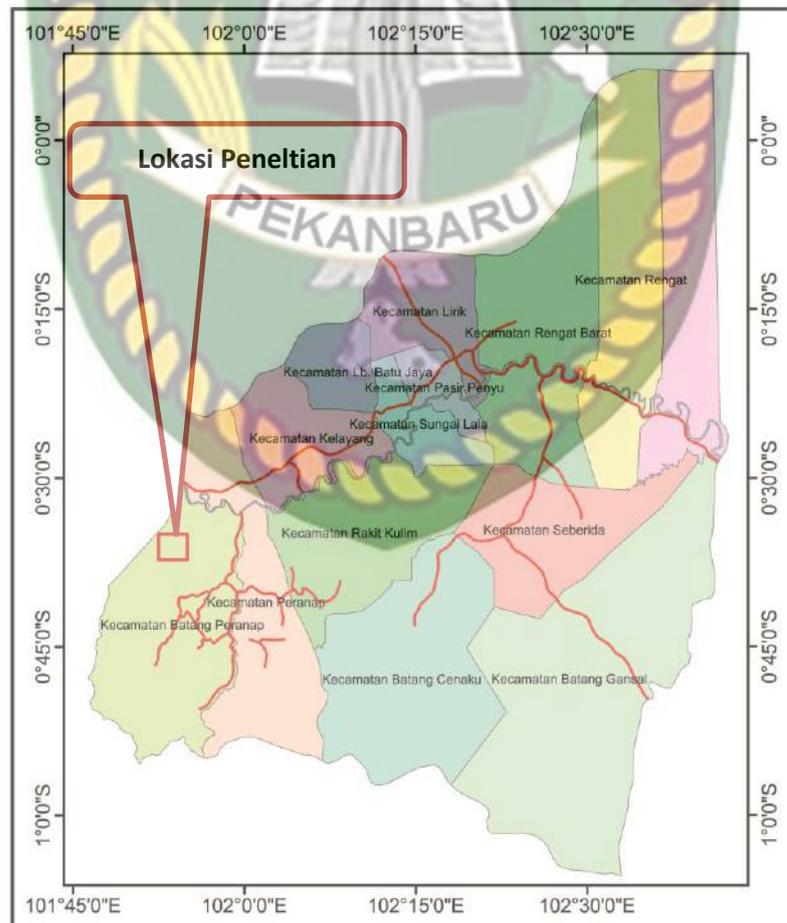
2. Kegunaan bagi mahasiswa :

Mahasiswa dapat menjadikan laporan hasil penelitian ini sebagai acuan referensi penelitian yang akan dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

I.6 Letak dan Lokasi Penelitian

Secara Administrasi daerah lokasi eksplorasi berada diwilayah Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Secara geografis wilayah ini terdapat pada koordinat 00°35'00" LS - 00°37'17" LS dan 101°52'30" BT - 101°55'03" BT. Lokasi eksplorasi ini dapat dicapai dari Pekanbaru melalui Jalan Lintas Timur Sumatra yaitu dari Pekanbaru – Kec. Batang Peranap dengan jarak ± 185 km, dengan waktu perjalanan ± 5,5 jam perjalanan.

Dari Kecamatan Batang Peranap ke lokasi eksplorasi dapat menggunakan mobil dobel garden ± 2 jam melewati Jalan Napal melewati Perkebunan Sawit PT. Indri Plant dan PT. Regunas. Secara geografis wilayah SKIP ini dibatasi oleh titik-titik koordinat seperti disajikan pada table 2.1 dibawah ini.



Gambar 1.1 Peta Administrasi Daerah Penelitian

Batasan wilayah administrasi Desa Pematang adalah sebagai berikut :

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kelayang.
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Peranap.
3. Sebelah Selatan berbatasan dengan Batang Peranap.
4. Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Silunak.

1.7 Kondisi Wilayah

Wilayah daerah lokasi kegiatan pada umumnya merupakan daerah perkebunan dan semak belukar. Lahan pada daerah ini merupakan hutan ulayat, yang sebagian telah dimanfaatkan masyarakat untuk ladang karet dan perkebunan sawit. Secara garis besar status lahan pada wilayah yang dilakukan eksplorasi detail dengan luas ± 250 Ha.



Gambar 1.2 Kondisi Penggunaan Lahan Daerah Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI

2.1. Geografi Daerah Penelitian

Topografi daerah penyelidikan umumnya mempunyai realif yang tidak terlalu ekstrim atau hanya membentuk suatu daerah perbukiran yang bergelombang halus sampai sedang dengan ketinggian rata-rata 25-90 meter diatas permukaan laut. Bagian perbukitan yang mempunyai ketinggian agak terjal dibagian tenggara dengan kelurusan bukit berarah hampir Barat laut – Tenggara. Ketinggiannya antara 116 – 140 meter diatas permukaan laut.

2.1.1 Stratigrafi

Tatanan stratigrafi daerah penelitian ditempati oleh batuan yang mempunyai kisaran umur dari tersier sampai kuartar mengacu pada peta geologi oleh N. Suwarna dkk., 1991. Adapun urutannya dari tua kemuda adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Stratigrafi Daerah Peninjauan

UMUR	FORMASI	LITOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
HOLOSEN	ALLUVIUM	Batupasir, batulempung, kerikil - kerakal.	DARAT
PLISTOSEN	KASAI	Batu kuarsa : bewarna kelabu - Kuning kecoklatan, batupasir tufaan kuning kecoklatan, batu lempung tufaan kelabu kecoklatan	DARAT
MIOSEN ATAS	MUARAENIM	Batupasir kuarsa, halus - sedang. Batulempung abu-abu muda, tufaan, lanauan, sisipan batubara	LAUT DANGKAL - DARAT
MIOSEN TENGAH - MIOSEN ATAS	AIR BENAKAT	Serpil abu-abu kehijauan - kehitaman. Batupasir abu-abu kehijauan - kehitaman, glaukonitan, batulempung tufaan. Batulanau abu-abu muda.	NERITIK - DARAT

Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa-batubara yang tersebar meluas di Cekungan Sumatra Selatan. Penyebaran pola batubara pada daerah

penelitian belum dapat dijelaskan dari sisi temporal dan spasialnya. Sehingga, status horison korelasi *seam* batubara masih bersifat parsial. Melalui konsep stratigrafi sikuen dengan metode sumur/log dan rekonstruksi paleogeografi, maka status kehadiran dan kompleksitas batubara pada daerah penelitian dapat dijelaskan secara komprehensif. Tujuh belas unit sikuen terbentuk dengan karakter tiap unit sikuen yang beragam. Unit sikuen tersebut terbagi kedalam sikuen regresi dan transgresi. Karakter batubara pada sikuen transgresi berbeda pada saat sikuen regresi. Karakter batubara dalam sikuen regresi memiliki pola ketebalan yang semakin menebal ke arah lapisan yang lebih muda (*thickening upward*) dan sebaliknya, batubara dalam pola penipisan ketebalan (*thinning upward*) berada dalam unit sikuen transgresi. Konsep dan metode yang diterapkan ini mampu menjelaskan karakter fisik (spasial) serta waktu (temporal) dalam kerangka transgresi/regresi yang berkorespondensi terhadap fase genetik pembentukan batubara dalam tiap siklus pengendapan.

2.1.2 Struktur Geologi

Perlapisan batuan didaerah penyelidikan menunjukkan arah umum hampir Barat Laut – Tenggara dengan kemiringan relative kecil yaitu antara 5° - 7° dan di beberapa lokasi 14° - 23° . Indikasi adanya struktur geologi dapat disimpulkan berdasarkan beberapa ciri dilapangan, diantaranya dan penyimpangan arah jurus kemiringan batuan, interpretasi morfologi dan dibantu dengan berpedoman pada Peta Geologi Lembar Solok terbitan Puslitbang Geologi (P.H. Silitonga dan Kastowo, 1975).

Struktur geologi yang terjadi memotong hampir semua batuan yang ada, ditandai oleh adanya perlipatan dan persesarah. Struktur lipatan berupa antiklin dan siklin dengan sumbu lipatan searah dengan jurus lapisan batuan yang berarah Barat Laut-Tenggara. Struktur lipatan ini terpotong hampir tegak lurus oleh beberapa sesar mendatar. System struktur geologi yang terjadi turut mengontrol arah penyebaran lapisan batubara daerah ini.

2.2 Sumberdaya Batubara

Batubara merupakan padatan yang sangat heterogen dengan struktur kimia yang kompleks yang terdiri dari unsur-unsur tumbuh-tumbuhan yang telah tertimbun berjuta tahun yang lalu.

Berdasarkan klasifikasi Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSN) tentang batubara pengertian endapan batubara adalah endapan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami kompaksi, bahan kimia dan proses metamorfisme oleh panas dan tekann selama waktu geologi, yang berat kandungan bahan organiknya lebih dari 50% atau volume bahan organik tersebut termasuk kandungan lengas bawaan (Inherent moisture) lebih dari 70%.

2.2.1 Pembentukan Batubara

Proses pembentukan batubara terdiri dari dua tahapan yaitu tahap biokimia dan dinamokimia, uraian kedua tahap tersebut sebagai berikut :

Tahap Biokimia/Peatifikasi

Tahap ini merupakan proses perubahan dari bahan tumbuh-tumbuhan yang mengalami pembusukan dan kemudian terakumulasi hingga yang membentuk peat (Gambut). Pada tahap ini adanya aktifitas mikroorganisme dan partikel-partikel bakteri terhadap material tumbuh-tumbuhan yang menyebabkan adanya oksigen yang cukup memadai, jika menguntungkan tahapan ini akan membentuk peat yang berwarna hitam gelap atau dengan struktur amorf. Dan jika tidak menguntungkan akan terbentuk peat yang mengandung material-material kayu dan material lain yang tidak teruraikan (tidak mengalami dekomposisi) dengan warna coklat. Dengan demikian peat merupakan tahap awal dalam pembentukan batubara yang merupakan pepadatan dari bahan tumbuhan yang mengalami pembusukan dan kemudian terakumulasi.

Tahap Dinamokimia/Metamorfisme

Tahap ini merupakan perubahan yang terjadi karena faktor tekanan dan temperatur (panas). Jika peat sudah terbentuk, maka proses selanjutnya tergantung keadaannya. Pada saat peat tertimbun oleh sedimen-sedimen, maka pada saat itu pula akan mengalami tekanan yang diakibatkan oleh beban yang berlebihan dari sedimen di atasnya sehingga tekanan yang ditimbulkan tersebut merupakan aktifitas pertama yang menyebabkan perubahan terhadap sisa-sisa organik/tumbuhan tersebut. Sumber panas dapat juga berasal dari panas bumi karena adanya intrusi.

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Batubara

Faktor-faktor pembentukan batubara menurut *Sukandarrumidi, 1995* adalah sebagai berikut posisi geoteknik, paleotopografi, posisi geografi, iklim, tumbuhan, pembusukan, proses penurunan dasar cekungan, transgresi dan regresi, waktu geologi, sejarah setelah pengendapan dan proses metamorfisme organik.

2.2.3 Perhitungan Sumberdaya Batubara

Data-data dasar yang digunakan dalam perhitungan sumberdaya batubara pada umumnya terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu Peta Topografi, Peta Geologi atau Peta penyebaran batubara dan data-data pendoran.

2.2.4 Pengolahan Data

Untuk membantu memudahkan perhitungan sumberdaya maka data-data dasar yang telah tersebut diatas diolah dalam bentuk penampang korelasi titik bor, menentukan cropline dan pembuatan peta radius.

Penampang Korelasi

Pembuatan penampang korelasi titik bor merupakan salah satu tahap dalam pengolahan data dengan tujuan adalah untuk mengetahui kondisi lapisan batubara bawah permukaan, selain itu korelasi titik bor ini juga digunakan sebagai

penentuan ketebalan rata-rata lapisan batubara yang akan dihitung besarnya sumberdayanya. Pembuatan korelasi ini tentunya menggunakan data hasil titik bor di mana penarikan atau penentuan titik bor yang di korelasikan adalah searah dengan penyebaran lapisan batubara atau strike.

Cropline

Cropline merupakan garis yang mengikuti arah penyebaran batuan dalam hal ini singkapan yang terdapat di permukaan, data cropline ini diperoleh dengan melakukan *mapping* atau pengukuran di daerah penelitian. Tujuan dari pembuatan cropline ini adalah penentuan batas perhitungan untuk luas singkapan lapisan batubara yang dihitung.

Peta Radius

Pembuatan peta radius bertujuan adalah untuk menentukan luas pengaruh daerah yang akan dihitung. Pembuatan radius ini dengan menggunakan titik informasi yang tidak lain adalah titik bor pada daerah penelitian, penentuan besarnya nilai radius yang digunakan berdasarkan jenis sumberdaya yang digunakan.

2.2.5 Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara

Klasifikasi sumberdaya dan cadangan batubara merupakan pengelompokan yang didasarkan pada tingkat keyakinan geologi dan kajian kelayakan pengelompokan tersebut mengandung dua aspek yaitu aspek geologi dan aspek ekonomi.

Aspek Geologi

Berdasarkan tingkat keyakinan geologi sumberdaya terukur harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih besar dibandingkan dengan sumberdaya terunjuk, begitu pula sumberdaya terunjuk harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumberdaya tereka. Sumberdaya terukur

dan terunjuk dapat ditingkatkan menjadi sumberdaya terkira dan terbukti jika telah memenuhi kriteria layak. tingkat keyakinan geologi tersebut secara kuantitatif dicerminkan oleh jarak titik informasi (misalnya titik bor).

Aspek Ekonomi

Ketebalan minimal lapisan batubara yang dapat di tambang dan ketebalan maksimal dirt parting atau lapisan pengotor yang tidak dapat dipisahkan pada saat proses penambangan, yang menyebabkan kualitas batubara menurun karena kandungan abunya meningkat, merupakan beberapa unsur yang terkait dengan aspek ekonomi dan perlu diperhatikan dalam menggolongkan sumberdaya batubara.

Sumberdaya batubara terukur (*measured coal resource*) adalah jumlah batubara di daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi rinci.

Cadangan batubara terkira (*probable coal reserve*) adalah sumberdaya batubara terunjuk dan sebagai sumberdaya batubara terukur, tetapi berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.

Cadangan batubara terbukti (*proved coal reserve*) adalah sumberdaya batubara terukur yang berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.

2.3 Rancangan Teknis Penambangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan metode penambangan yakni:

1. Kondisi topografi

kondisi topografi lokasi penambangan merupakan salah satu parameter penting dalam pemilihan metode penambangan batubara secara terbuka. Metode penambangan yang diterapkan untuk kondisi topografi yang berupa perbukitan akan berbeda dengan metode penambangan yang diterapkan untuk kondisi topografi yang relatif datar.

2. Kondisi endapan batubara

kondisi endapan batubara akan mempengaruhi pemilihan metode penambangan, bentuk endapan batubara, kemiringan endapan batubara serta kedalaman dari endapan batubara yang akan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan *overburden*.

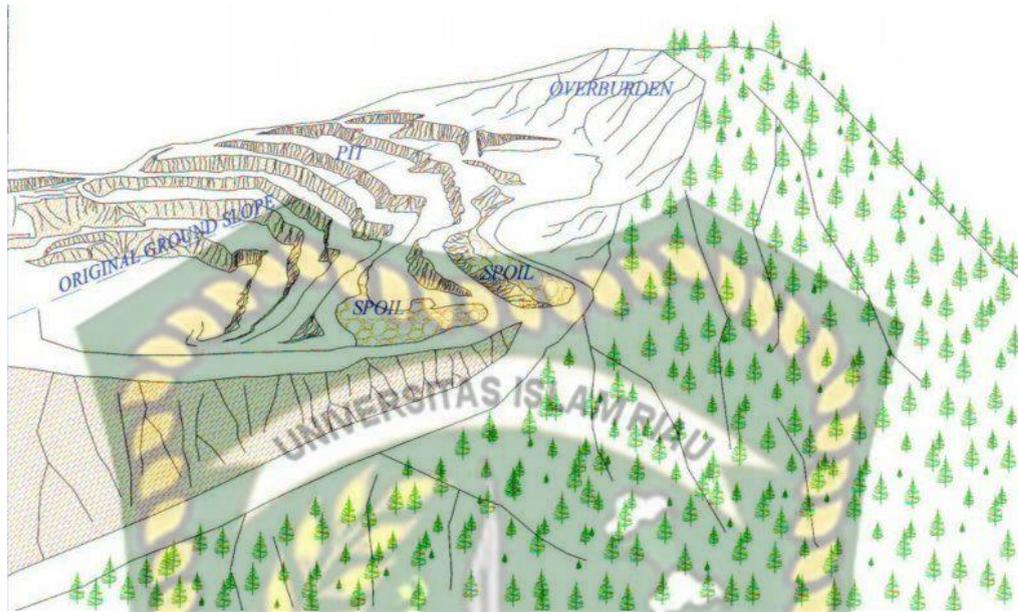
3. Ketebalan lapisan *overburden* dan *interburden*

endapan batubara yang terletak cukup dalam akan menyebabkan lapisan *overburden* atau *interburden* pada daerah penambangan menjadi tebal. Lapisan *overburden* yang tebal akan mempengaruhi pemilihan metode penambangan terutama menyangkut batas endapan batubara yang masih dapat ditambang secara ekonomis.

2.4 Sistem Penambangan

Contour Mining

Tipe penambangan ini pada umumnya dilakukan pada penambangan batubara yang terdapat di pegunungan atau perbukitan dengan batubara yang tersingkap sejajar dengan kemiringan gunung. Penambangan batubara dimulai dari singkapan lapisan batubara dipermukaan atau *crop line* dan selanjutnya mengikuti garis kontur sekeliling bukit atau pegunungan tersebut. Lapisan batuan penutup batubara dibuat kearah lereng bukit dan selanjutnya batuan yang telah tersingkap diambil dan diangkut. Kegiatan penambangan berikutnya dimulai lagi seperti tersebut di atas pada lapisan batubara yang lain sampai pada suatu ketebalan lapisan penutup batubara yang menentukan batas limit ekonominya atau sampai batas maksimum kedalaman dimana peralatan tambang tersebut dapat bekerja.



Gambar 2.1 Penambangan Contour Mining

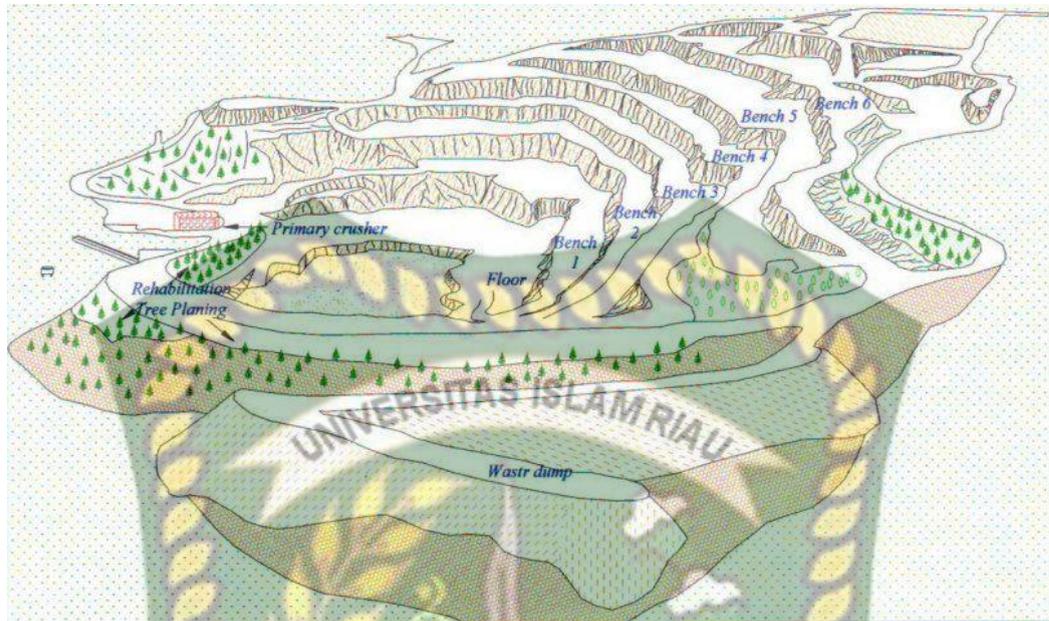
Batas ekonomi di tentukan oleh beberapa variable antara lain :

- Ketebalan lapisan batubara
- Kualitas
- Pemasaran
- Sifat dan keadaan batuan penutup
- Kemampuan peralatan yang digunakan
- Persyaratan reklamasi

Peralatan yang digunakan untuk cara penambangan ini pada umumnya memakai peralatan yang mempunyai mobilitas tinggi atau dikenal sebagai *mobile equipment*.

Open Pit

Open pit mining adalah penambangan secara terbuka dan pengertian umum. Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan material penutup batubara kemudian dilanjutkan dengan menambang batubaranya.



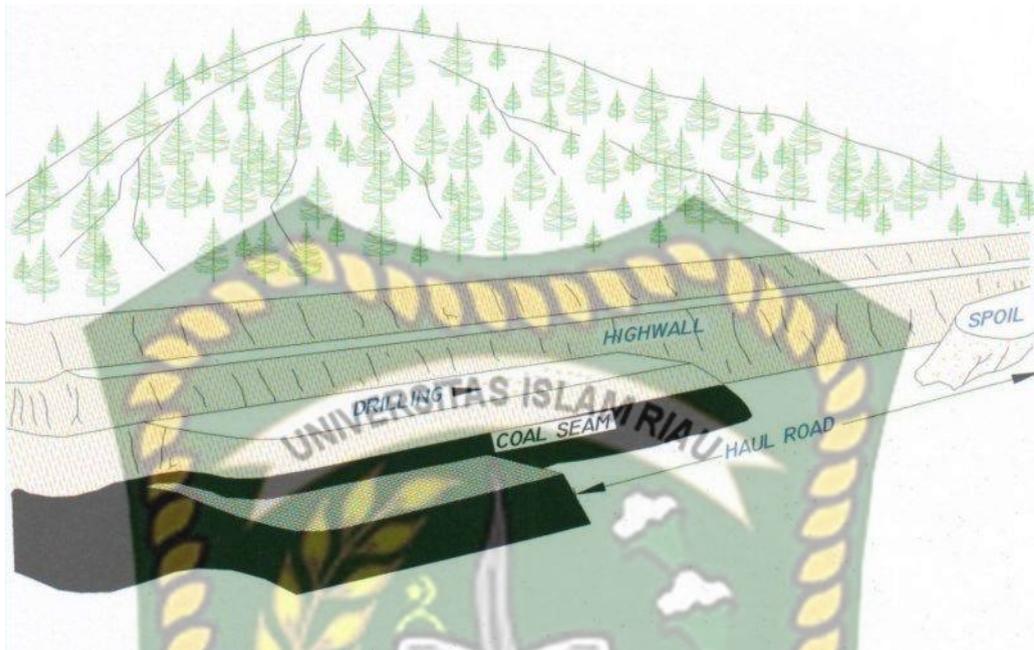
Gambar 2.2 Penambangan Open Pit

Penambangan tipe *open pit* biasanya dilakukan pada endapan batubara yang mempunyai lapisan tebal dengan arah batubara miring kebawah dan dilakukan dengan menggunakan beberapa bench (jenjang).

Strip Mine

Tipe penambangan terbuka yang diterapkan pada endapan batubara yang lapisannya datar dan dekat dengan permukaan tanah. Kegiatan penambangan dilakukan dengan cara menggali tanah penutup yang dibuang pada daerah yang tidak di tambang. Setelah endapan batubara dari hasil galian pertama diambil, kemudian disusul dengan pengupasan berikutnya yang sejajar dengan pengupasan pertama dan tanah penutupnya dibuang ketempat penggalian pertama. Untuk pemilihan metode ini perlu diperhatikan bahwa :

- Bahan galian relatif mendatar
- Bahan galian cukup kompak
- Bahan galian tabular, berlapis
- Kemiringan relatif, lebih cocok untuk horizontal atau sedikit miring
- Kedalaman kecil (nilai ekonomi tergantung *stripping ratio*, teknologi peralatan)



Gambar 2.3 Penambangan *Strip Mining*

2.5 Desain Tambang Terbuka

2.5.1 Geometri Jenjang

Faktor-faktor yang mempengaruhi geometri jenjang:

1. Produksi

Salah satu tujuan penentuan dimensi jenjang adalah harus dapat menghasilkan produksi yang diinginkan, maka jenjang yang akan dibuat perlu mempertimbangkan jumlah produksi yang diinginkan. Pada umumnya jumlah produksi menentukan dimensi jenjang yang akan dibuat, artinya akuratnya ukuran jenjang tergantung jumlah produksi

2 Kondisi Material

Kondisi material/batuan yang ada dapat menentukan peralatan yang harus digunakan sehingga kegiatan yang sesuai untuk produksi yang dikerjakan dapat ditentukan. Kondisi batuan yang lebih dominan antara lain kekuatan batuan, faktor pengembangan, densitas batuan, struktur geologi yang ada. Berdasarkan kondisi material tersebut dapat membantu memperkirakan peralatan produksi yang digunakan. Pada material lunak, penggalian dapat langsung dilakukan pada

permukaan material (permukaan kerja), maka jarak dan ketinggian penggalian perlu diperhitungkan dalam memperkirakan lebar dan tinggi jenjang.

3. Peralatan Produksi

Pada umumnya peralatan produksi yang akan digunakan/dipilih disesuaikan dengan kapasitas produksi yang diinginkan dan sesuai material yang akan dikerjakan. Dengan pertimbangan tersebut, dimensi jenjang mempunyai kondisi kerja yang baik, dimana hal ini akan mempengaruhi efisiensi kerja.

Dimensi jenjang yang diperhitungkan meliputi lebar, panjang, tinggi jenjang. Ukuran panjang dan lebar jenjang ditentukan oleh metode pembongkaran material

(menggunakan alat mekanis atau peledakan), kemampuan alat muat, pola gerak alat muat dan alat angkut, maupun letak alat muat dan alat angkut yang digunakan dalam waktu yang bersamaan pada saat penambangan serta sasaran produksi dan rencana pemanfaatan lahan bekas tambang. Dimensi jenjang akan mempengaruhi jumlah bahan galian yang dapat di tambang, dan berpengaruh pada kestabilan lereng dan keamanan penambangan.

Beberapa faktor pertimbangan dalam pembuatan geometri jenjang:

1. Tinggi jenjang disesuaikan dengan rencana geometri peledakan yang diterapkandan jangkauan alat muatnya. Tinggi jenjang adalah jarak yang diukur tegak lurus darilantai jenjang (*toe*) hingga ujung jenjang bagian atas (*crest*). Tinggi jenjang yangdibuat sangat dipengaruhi oleh sifat fisik, dan mekanik batuan, rencana dimensibongkaran serta peralatan mekanis yang dipergunakan.
2. Lebar jenjang disesuaikan dengan sasaran produksi dan keadaan topografi lokasipenambangan. Lebar jenjang adalah jarak horisontal yang diukur dari ujung lantaijenjang sampai batas belakang lantai jenjang. Lebar minimum yang akan dibuatharus dapat menampung material hasil bongkaran/peledakan dan peralatan yang digunakan.

Lebar jenjang minimum sangat dipengaruhi:

- Jenis dan kemampuan alat
- Posisi kerja dari peralatan yang sedang beroperasi di lantai yang sama
- Lebar dari tumpukan hasil pembongkaran
- Pemanfaatan lahan bekas tambang
- Kapasitas produksi yang akan dipakai

Menurut Popov (The Working of Mineral Deposit, Reprint of the 1971 edition) dalam menentukan geometri jenjang harus memperhatikan beberapa point sebagai berikut :

1. kemiringan jenjang tergantung pada kandungan air dalam bahan galian, bila relative kering biasanya memungkinkan kemiringan jenjang yang besar.
2. Umumnya ketinggian jenjang berkisar 12-15m dengan kemiringan :
 - Untuk batuan beku = 70° - 80°
 - Untuk batuan Sedimen = 50° - 60°
 - Untuk batuan ledge pasir kering = 40° - 50°
 - Untuk batuan yang argilaceous = 35° - 45°

2.5.2 Dasar Perancangan Jalan Tambang

Geometri jenjang ditentukan berdasarkan peralatan yang dipakai, oleh karena itu diperlukan rancangan jalan yang benar, pada suatu tambang yang baru letak jalan (*ramp*) keluar tambang sangat penting untuk diperhitungkan. Jalan tambang umumnya merupakan akses kelokasi pembuangan tanah penutup (*waste dump*) dan peremuk (*crusher*) faktor topografi merupakan pertimbangan utama untuk membuat rancangan *ramp*. Umumnya lebar jalan yang aman adalah 4 kali lebar *dump truck*, berdasarkan dimensi tersebut memungkinkan untuk lalu lintas dua arah, ruangan untuk *truck* yang akan menyusul, selokan penyaliran, dan tanggul pengaman.

2.5.3 Tahapan Penambangan (*Push Back*)

Merupakan bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometris*) yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang dari titik awal masuk hingga bentuk akhir *pit*. Tujuan umum dari pembuatan tahapan penambangan adalah untuk membagi seluruh volume yang ada dalam *pit* kedalam unit-unit perancangan yang lebih kecil (*panel/strip*) sehingga mudah di tangani. Adanya tahapan penambangan akan memudahkan perancangan tambang yang amat kompleks menjadi lebih sederhana. Dalam perancangan, parameter waktu dapat mulai diperhitungkan, karena waktu merupakan parameter yang sangat berpengaruh. Pada tahap perancangan, pada awalnya diusahakan untuk mengkaitkan hubungan antara geometri penambangan dengan geometri perlapisan batubara. Dengan mempelajari tingkat perlapisan batubara dan topografi maka akan diperoleh suatu cara untuk membuat strategi penambangan *pit* secara logis dalam waktu yang relatif singkat. Tahapan-tahapan penambangan yang dirancang secara baik akan memberikan akses kesemua daerah kerja dan menyediakan ruang kerja yang cukup untuk operasi peralatan kerja tambang secara efisien. Salah satu hal terpenting adalah untuk memperlihatkan minimal satu jalan angkut untuk setiap kemajuan tambang. Hal tersebut dilakukan untuk memperhitungkan jumlah material yang terlibat dan kemungkinan akses jalan angkut seluruh permukaan kerja. Faktor yang mempengaruhi penentuan tahapan penambangan antara lain :

a. Bentuk dan kemiringan perlapisan batubara

Rencana penambangan batubara yang berbentuk perlapisan akan berbeda dengan perancangan penambangan untuk mineral bijih termasuk dalam penentu geometri lerengnya.

b. *Stripping Ratio* (Nisbah Pengupasan)

Nisbah pengupasan merupakan perbandingan antara tonase *overburden* yang harus dipindahkan 1 ton batubara yang ditambang. Hasil suatu perancangan *pit* akan menentukan jumlah tonase *overburden* dan batubara yang mengisi *pit*.

Perbandingan antara *overburden* dan batubara tersebut akan memberikan nisbah pengupasan rata-rata suatu *pit*.

c. *Ultimate pit slope*

Merupakan salah satu faktor teknis yang berarti kemiringan atau batas luar tambang yang masih tetap stabil dan menguntungkan. *Ultimate pit slope* akan berhubungan dengan geometri lereng yang direncanakan. Hal ini berarti menentukan besarnya cadangan batubara yang akan ditambang (tonase dan nilai kalorinya) yang akan memaksimalkan nilai bersih total dari cebakan batubara tersebut. *Ultimate pit slope* juga akan berpengaruh terhadap eksplorasi lanjut, tahap evaluasi dan tahap persiapan yang didasarkan pada:

- a. BESR (*Break Even Stripping Ratio*) yang ditentukan
- b. Sifat fisik dan mekanika batuan
- c. Struktur geologi (sesar, kekar, bidang perlapisan, dan bidang geser)
- d. Air tanah, unsure kimia batuan dan waktu yang dibutuhkan

2.5.4 Pengupasan Tanah Penutup (*Top Soil dan Overburden*)

Pengupasan tanah penutup dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut antara lain:

1. *Back filling digging method*

Pada cara ini, tanah penutup dibuang ketempat pembuangan bekas penambangan atau daerah yang tidak memiliki lapisan batubara didalamnya. Cara ini cocok untuk tanah penutup yang bersifat:

- a. Tidak diselingi oleh berlapis-lapis endapan bahan galian
- b. Tanah atau batuan lunak
- c. Letaknya mendatar

2. Sistem jenjang

Cara pengupasan lapisan tanah penutup dengan system jenjang (*benching*). Cara ini dilakukan pada waktu pengupasan lapisan tanah penutup sekaligus membuat jenjang. Sistem ini cocok untuk:

- a. Tanah penutup yang tebal
- b. Bahan galian yang cukup tebal

3. *Multi bucket excavator system* (BWE)

Pada pengupasan cara ini, tanah penutup dibuang ke tempat yang sudah digali atau ketempat pembuangan khusus. Caranya yaitu dengan mempergunakan *Bucket Wheel Excavator* (BWE), sistem ini cocok untuk material yang memiliki sifat lunak dan tidak lengket.

4. *Drag scrapper system*

Pengupasan cara ini yaitu dengan mengambil tanah penutup diikuti diikuti serta pengambilan galian setelah tanah penutup telah dibuang, tetapi bisa juga tanah penutup diambil terlebih dahulu berikutnya pengambilan bahan galian tambang. System ini sangat cocok untuk tanah penutup yang memiliki sifat lunak dan lepas.

5. Konvensional

Cara ini menggunakan kombinasi dari alat-alat pemindahan tanah mekanis (alat gali, muat, dan angkut) seperti kombinasi antara *Bulldozer*, *backhoe*, dan truk jungkit, bila tanah penutup bisa langsung menggunakan alat gali muat, sedangkan bila material keras mungkin mempergunakan alat garu (*ripper*) atau pemburan dan peledakan untuk membongkar tanah penutup, kemudian dimuat dengan alat muat ke alat angkut, yang selanjutnya dibuang ketempat penimbunan dengan alat angkut.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam rancangan penambangan batubara sebagai berikut :

1. Pengumpulan data, berupa peta topografi, peta geologi, data lubang bor dan singkapan, data spesifikasi alat mekanis yang akan digunakan.
2. Pengolahan data yaitu mendigitasi peta dan menentukan endapan batubara melalui data lubang bor.
3. Pembuatan perancangan tambang batubara dengan *Globalmapper*, *AutoCad*, *Minescape* dan *Rockwork*.

3.1. Objek Penelitian

Jenis objek yang diperlukan dalam penelitian adalah :

1. Data *core* dari sumur-sumur bor di daerah penelitian yang dianggap dapat mewakili keseluruhan kondisi bawah permukaan daerah penelitian. (Lihat Lampiran
2. Data permukaan, pengukuran strike/dip, pengukuran struktur, deskripsi litologi, dan pengambilan sample

3.2. Alat – alat Yang Digunakan

Untuk mempermudah dan memperlancar kerja mahasiswa dalam pelaksanaan tugas akhir ini sehingga diperlukan alat-alat yang lengkap di lapangan. Peralatan–peralatan yang digunakan :

1. Peta topografi dengan skala 1 : 12.500.
2. Palu geologi.
3. Global Positioning System (GPS).
4. Alat-alat tulis, buku lapangan, dan clipboard.
5. Kamera.

6. Komparator.
7. Plastik sampel, pita ukur dan tas lapangan.
8. Tas lapangan.
9. Kaca pembesar.
10. HCL 0.1 N.
11. Pita/tali ukur atau meteran untuk 50m dan 100m.
12. Kantong contoh batuan.
13. Laptop dan printer.
14. Buku yang dianggap penting dalam menunjang kegiatan pemetaan baik hardcopy maupun softcopy.

3.3. Teknik Pengumpul Data

Hal yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data. Dalam tahap ini dikumpulkan semua data yang akan digunakan dalam penelitian ini, data-data tersebut meliputi:

a. Data Primer

Data primer ini meliputi data inti dari penyusunan tugas akhir ini, seperti peta lokasi titik bor, lembar diskripsi litologi setiap titik pemboran, data pemboran dari setiap sumur dan data kualitas batubara yang diambil dari enam belas titik bor yang terdapat pada lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder ini merupakan data penunjang untuk kelengkapan analisis dalam penyusunan tugas akhir yang berasal dari jurnal atau buku digunakan sebagai referensi dalam penelitian dan peta administrasi Sumatera Selatan. Secara umum telah dideskripsikan pada Bab 2.

3.4. Metode Penelitian

Tahapan kegiatan dalam eksplorasi pemboran ini adalah sebagai berikut :

- Pemetaan Geologi

Pemetaan Geologi Dilaksanakan dalam wilayah konsesi dengan mencari data-data geologi dan data pendukung lainnya.

- Pemboran Dangkal

Kegiatan pemboran dangkal berupa non coring dan coring mencapai total kedalaman 570 meter, dilakukan pada 16 (Enam belas) lokasi titik bor dengan menggunakan alat bor jenis YBM. Kegiatan pemboran ini memperoleh informasi tentang penyebaran secara lateral maupun vertical tentang keterdapatan lapisan batubara baik searah jurus (strike) maupun kearah kemiringan (dip) sehingga dapat mengkorelasi stratigrafi daerah tersebut dengan mengetahui potensi batubara yang terukur pada daerah tersebut.

3.5 Perancangan Tambang menggunakan *Software Minescape*.

Dalam perancangan tambang digunakan perangkat lunak *minescape*. Sebelum melakukan perancangan tambang, perlu dilakukan pemodelan geologi, baik topografi maupun struktur lapisan endapan batubara. Pemodelan geologi ini bertujuan untuk mendapatkan data dalam melakukan penaksiran cadangan batubara, yang memenuhi syarat untuk dilakukan penambangan. Perangkat lunak *minescape* digunakan agar mempermudah proses pemodelan geologi, maupun dalam penaksiran sumberdaya dan cadangan batubara, dan memilih daerah yang lebih prospek sehingga menghasilkan proses penambangan yang layak. Sesuai batasan *stripping ratio* yang ditetapkan. *Minescape* merupakan *software mining system* terpadu yang dirancang khusus untuk pertambangan. *Minescape* mampu meningkatkan semua aspek informasi teknis suatu lokasi tambang mulai dari data eksplorasi, perancangan tambang jangka pendek, penjadwalan jangka panjang dan sampai ke penjadwalan produksi tambang. Sub menu dari perangkat lunak *Minescape* yang digunakan untuk melakukan perancangan tambang yakni:

1) *Stratmodel*

Untuk melakukan pemodelan geologi, dimulai dari pembuatan peta topografi dengan memasukan data dari lapangan yang berupa titik-titik koordinat

daerah telitian, kemudian diinterpolasikan membentuk garis-garis kontur. Pembentukan topografi kedalam bentuk 3D, dilakukan dengan proses *triangulasi*, yakni membentuk bidang dari setiap sisi antara garis-garis kontur membentuk penampang 3D (**Peta topografi dapat dilihat pada Lampiran 1**). Setelah pembuatan peta topografi, dilanjutkan dengan pengolahan data pemboran *collar*, yang meliputi: nama titik bor, koordinat titik bor, elevasi titik bor, kedalaman lubang bor, ketebalan dan nama *seam* batubara yang didapat dari hasil *log* bor, data litologi meliputi: nama titik bor, lapisan atas (*roof*), kedalaman lapisan bawah (*floor*), nama *seam*, batubara yang didapat dari hasil *log* Bor, dan kode litologi (**Peta titik bor dapat dilihat pada Lampiran 1A**). Hasil pengolahan data lubang bor tersebut menghasilkan gambar *subcrop line* batubara yang berupa garis-garis yang menghubungkan *out crop* bagian *floor* batubara pada lapisan dibawah topografi atau *surface*. *subcrop line* ini digunakan untuk menentukan arah penyebaran batubara dan mengetahui daerah yang paling banyak terdapat endapan batubara (**Peta *subcrop line* dapat dilihat pada Lampiran 2**). Penaksiran jumlah cadangan yang dapat ditambang pada daerah penelitian dilakukan dengan lebih detail, sehingga diharapkan dapat menghasilkan jumlah cadangan batubara yang *mineable* cukup besar untuk memenuhi target produksi. Pemodelan geologi selanjutnya yakni pembentukan kontur struktur batubara lapisan bawah (*floor*) sebagai acuan perhitungan jumlah cadangan batubara yang layak ditambang dan pembuatan desain geometri penambangan. Pembuatan kontur struktur dilakukan pada setiap *seam* batubara. Pertama dilakukan interpolasi data pemboran yang membentuk kontur struktur batubara bagian bawah (*floor*) kemudian dilakukan pemodelan tiga dimensi dengan membentuk *triangle* dari kontur struktur batubara bagian bawah (*floor*) tersebut. Hasil dari pembuatan kontur struktur bagian bawah lapisan batubara (*floor*) merupakan tampilan perlapisan batubara yang berbentuk bidang yang membatasi lapisan batubara bagian bawah dengan lapisan batuan atau *inter burden* (**Peta kontur struktur dapat dilihat pada lampiran 3**). Setelah kontur struktur bagian bawah batubara (*floor*) terbentuk, dapat dilakukan penaksiran sumberdaya batubara secara kasar atau belum dibatasi oleh *stripping ratio* yang di tentukan.

3.6 Konsep Pemodelan Sumberdaya

Interpretasi geologi merupakan hal yang penting dalam tahap penyelidikan eksplorasi endapan batubara. Pemodelan sumberdaya yang dibuat merupakan pendekatan dari kondisi geologi, pemodelan tersebut memberikan :

1. Taksiran jumlah sumberdaya batubara (*tonnase*)
2. Perkiraan bentuk dimensi sumberdaya batubara.
3. Batas-batas kegiatan penambangan yang dibuat berdasarkan taksiran sumberdaya
4. Hasil perhitungan *stripping ratio*

Pada umumnya pemodelan sumberdaya mempunyai batas-batas koordinat, misal kearah utara dan kearah timur. Perubah (*variable*) yang diperlukan untuk pemodelan yaitu topografi daerah penelitian, informasi geologi, ketebalan dan kualitas endapan, jenis batuan, berat jenis, tonase tiap unit.

Tahap pemodelan sumberdaya mineral meliputi:

1. Pemasukan dan pengecekan data
2. Pemodelan topografi dan geologi
3. Konstruksi model geologi
4. Dimensi model geologi

3.7 Perhitungan Sumber Daya Batubara

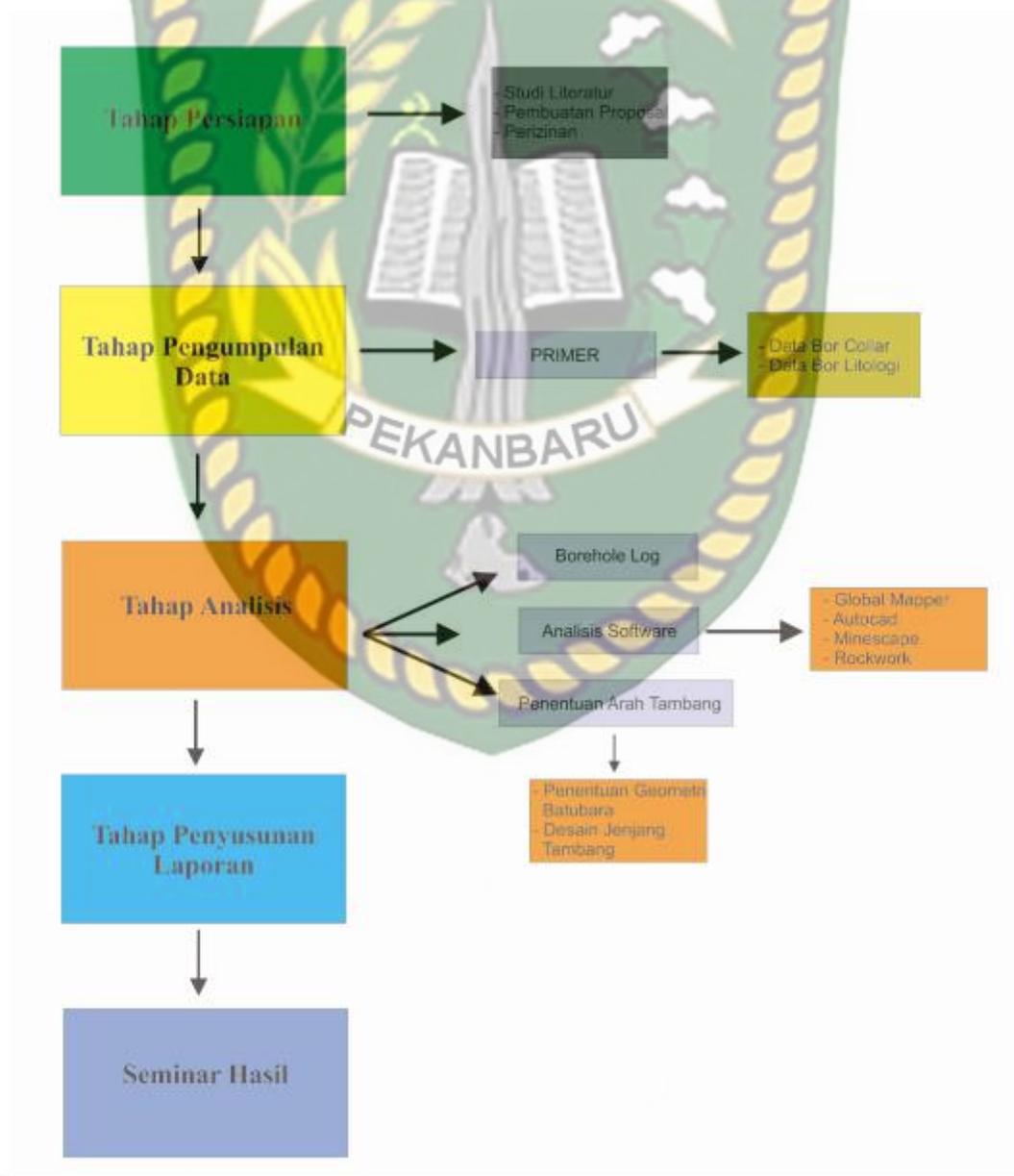
Perhitungan sumber daya batubara pada daerah penelitian dibatasi oleh kriteria-kriteria sebagai berikut :

- a. Tebal lapisan batubara adalah tebal rata-rata dari semua batubara yang termasuk dalam lapisan tersebut, dengan asumsi ketebalan <0,50 meter tidak ikut dihitung.
- b. Berat jenis rata-rata batubara = $1,30 \text{ (ton/m}^3\text{)}$
- c. Sumber daya batubara dihitung dengan menggunakan rumus yang sudah ditetapkan.

- d. Untuk sumber daya terunjuk, sebaran kearah kemiringan sampai kedalaman 50 m tegak lurus vertical dengan permukaan singkapan atau dengan kata lain lebar kearah kemiringan $50m/\sin \infty$.

$$SD_{batubara} = Panjang (m) \times Lebar (m) \times Tebal \text{ rata-rata } (m) \times Bj$$

3.8 Diagram Alir Penelitian



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan *Subsurface*

Dalam penelitian ini digunakan data pemboran berupa 16 titik bor Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau Site “X” Sumatra Selatan. Tabel 4.1 merupakan data titik bor dan koordinat pada daerah penelitian. Data ini selanjutnya digunakan untuk menentukan geometri arah penambangan batubara.

Tabel 4.1. Data titik bor dan koordinat pada daerah penelitian.

No	Titik Bor	Bujur	Lintang	Elevasi (m)	Kedalaman (m)
1	RIC01	824101.96	9931797.21	70	25
2	RIC02	824089.9	9932399.77	72	31
3	RIC03	824062.27	9932802.52	79	25
4	RIC04	824105.92	9933411.2	73	35
5	RIC05	824409.19	9933358.78	73	15
6	RIC06	823947.98	9933220.68	71	30
7	RIC07	823628.53	9931945.03	77	40
8	RIC08	823619.53	9932464.59	62	30
9	RIC09	823372.05	9932664.55	65	40
10	RIC10	823619.76	9932904.21	74	30
11	RIC11	823626.23	9933417.6	64	30
12	RIC12	823090.01	9931902.28	69	23
13	RIC13	822904.47	9932166.77	72	29
14	RIC14	823084.37	9932907.57	72	30
15	RIC15	823273.42	9933408.57	66	40
16	RIC16	822662.96	9931945.56	50	50

Dari data koordinat lokasi konsesi daerah penelitian tersebut, dapat dibentuk suatu polygon yang membatasi wilayah konsesi daerah penelitian seluas ± 2000 Ha. Sedangkan pada batasan wilayah penelitian dengan luas 3,1 Km². Pemodelan subsurface hanya dilakukan pada Seam B, dapat dilihat pada Tabel 4.2 batas koordinat wilayah penelitian pada Gambar 4.1 Sebaran titik bor pada daerah penelitian. (Lampiran 1)

Tabel 4.2. Batasan titik koordinat pada daerah penelitian.

No	Bujur Timur	Lintang Selatan	Keterangan
1	101°53'46,67"	00°35'58,32"	Luas Area $\pm 3,1$ Km ²
2	101°55'0,33"	00°35'58,32"	
3	101°55'0,33"	00°37'17,07"	
4	101°53'46,67"	00°37'17,07"	

Korelasi yang dilakukan pada titik bor ini memperlihatkan penyebaran *seam* batubara yang terdapat pada setiap titik bor. Korelasi yang dilakukan pada titik bor ini, litologi yang mendominasi yakni batupasir, batulanau, batubara, batulempung, pasir lempungan, lempung pasiran dan soil.

Dapat dilihat dari kemenerusan batubara yang ada pada korelasi titik bor ini, menunjukkan pola ketebalan batubara yang tidak sama. Pada korelasi titik bor ini dapat dijumpai pula *seam* batubara yang mengalami *splitting* dapat dilihat pada *seam* RIC11 dan dijumpai pula penipisan lapisan Batubara pada *seam* RIC01. Hal ini terjadi karna adanya pengaruh struktur yang mengakibatkan *split*. (Lihat Lampiran 5)

4.2 Pola Sebaran Lapisan Batubara Daerah Penelitian

Dari hasil pengamatan terhadap singkapan batubara yang ditemukan dan memperhatikan sifat fisik batubara, batuan pengapit serta aspek geologi lainnya diantaranya arah jurus dan kemiringan lapisan, ciri litologi secara umum, stratigrafi

dan korelasi hasil pemboran, maka batubara didaerah ini terdapat 3 lapisan batubara dan 1 sisipan batubara yang tebalnya < 0.5 meter. Arah umum dari perlapisan ini adalah Barat Laut – Tenggara dan diperkirakan berada pada sayap Barat antiklin Lubuk Bakoreh. Ciri dari lapisan batubara tersebut adalah sebagai berikut :

a. Lapisan A

Batubara mempunyai ciri warna coklat kehitaman, kusam keras, perlapisan tidak tegas, bentuk pecahan semikonkoidal dan kadang-kadang tidak beraturan, terdapat sedikit pengotor oleh mineral lempung, jejak struktur kayu atau daun sedikit terlihat. Pada bagian atas batubara sangat umum dijumpai lapisan lempung batubaraan berwarna coklat kehitaman, agak lunak, berlapis tipis, banyak sisa-sisa akar dan daun. Ketebalan lapisan batubara ini adalah 1 – 1,2 meter dengan arah jurus $N 198^{\circ}E - N 171^{\circ}E / 7^{\circ} - 22^{\circ}$.



Gambar 4.1. Kenampakan Batubara pada Lapisan A

b. Lapisan B

Batubara mempunyai ciri warna hitam kecoklatan hingga kusam, keras, perlapisan tidak tegas, bentuk pecahan menyudut, terdapat pengotor oleh mineral lempung yang mengisi rekahan-rekahan batubara, mengandung resin, dan masih terlihat sisa – sisa jejak struktur kayu dan daun. Ketebalan lapisan

batubara 1 – 4,4 meter dengan jurus perlapisan antara N 190°E – N 200°E / 5° - 6°



Gambar 4.2. Kenampakan Batubara pada Lapisan B

c. Lapisan C

Batubara mempunyai ciri warna hitam kecoklatan hingga kusam, keras, perlapisan tidak tegas, bentuk pecahan menyudut, terdapat pengotor oleh mineral lempung yang mengisi rekahan-rekahan batubara, mengandung resin, dan masih terlihat sisa – sisa jejak struktur kayu dan daun. Lapisan tidak tersingkap pada lokasi penelitian. Lapisan batubara ini merupakan lapisan yang paling bawah dengan ketebalan < 1 meter.

d. Sisipan D

Batubara mempunyai ciri umum warna coklat kehitaman hingga hitam, kusam, kurang padu, pecahan berlembar dan tidak beraturan, perlapisan kurang tegas, terdapat pengotor oleh mineral lempung yang mengisi rekahan-rekahan batubara, mengandung sedikit resin dan sisa-sisa struktur kayu. Ketebalan lapisan batubara 0,5 – 1 meter dengan jurus perlapisan antara N 186°E – N 220°E / 15° - 20°.

4.3 Metode Penambangan

Metode penambangan yang digunakan adalah sistem tambang terbuka *open pit* dikarenakan lapisan endapan batubara mempunyai tebal dengan arah batubara miring kebawah dan dilakukan dengan menggunakan beberapa bench (jenjang). dengan kemiringan berkisar antara 5-10°, dan ketebalan rata-rata lebih dari 0,50m. Penambangan dibuat berdasarkan data hasil eksplorasi endapan batubara di daerah penelitian.

Kegiatan penambangan dengan cara *open pit* terdiri dari serangkaian kegiatan yaitu pembersihan lahan yang sekaligus dilakukan pengupasan dan pemindahan tanah pucuk, operasi ini dilakukan pada lokasi dimana tambang akan dibuka yang kemudian diikuti dengan penggalian dan pemindahan lapisan penutup berupa *overburden* dan *interburden* yang dilakukan dengan menggunakan *backhoe* dibantu dengan *bulldozer*. Untuk material lemah sampai sedang langsung dilakukan penggalian dan pemuatan ke *dump truck*, dan bila ditemukan material keras, terlebih dahulu diberai dengan *bulldozer*. Kegiatan terakhir yaitu penggalian dan pemindahan batubara yang dilakukan dengan menggunakan *backhoe* dan *bulldozer*. Untuk batubara yang memiliki kekuatan lemah sampai sedang langsung digali dan dimuat kedalam *dump truck*. Sedangkan batubara yang keras, akan di berai dahulu dengan *bulldozer*, kemudian digali dan dimuat dengan *backhoe*.

4.4 Permodelan tiga demesi sebaran Batubara

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pada PT. Pengembangan Investasi Riau mempunyai lapisan batubara yang dominan yaitu *seam A*, *seam B*, dan *seam C* dengan kualitas baik. Namun dari hasil interpretasi didapatkan lapisan batubara dengan nilai ekonomis yaitu pada *seam B*. Berikut Gambar 4.2 merupakan kenampakan Seam B pada daerah penelitian. (**Lampiran 2**)

Pemodelan seam B memiliki ketebalan lapisan batubara berkisar antara 0,6 m sampai dengan 5,2 m dengan arah umum kemiringan lapisan batubara yaitu relatif tenggara-barat laut berkisar 5° - 10° . Ketebalan setiap *seam* bervariasi, dengan ketebalan maksimum *seam* B sebesar 4,3 m. Permodelan dilakukan dengan memproyeksikan data pemboran dan singkapan *outcrop* batubara menggunakan perangkat lunak *Minescape* dan *Rockwork*

Dari hasil proyeksi data *outcrop* batubara dan pemboran tersebut, *layout* dari *subcrop line* batubara memiliki arah *strike* barat daya – timur laut. Hasil pengolahan data *outcrop* batubara dan pemboran menghasilkan gambaran *subcrop line* batubara yang berupa garis-garis yang menghubungkan *outcrop* batubara dan pemboran menghasilkan gambaran *subcrop line* batubara yang berupa garis-garis yang menghubungkan *outcrop* batubara pada lapisan bagian *floor* batubara dibawah topografi atau *surface*. *Subcrop line* ini digunakan untuk menentukan arah penyebaran batubara dan mengetahui daerah yang paling banyak terdapat endapan batubara.

Dari hasil pengolahan data pemboran, dapat dilakukan permodelan kontur struktur batubara.khususnya pada kontur struktur bawah lapisan batubara (Floor). Pembuatan kontur struktur dilakukan pada seam B. pertama-tama dilakukan interpolasi data pemboran yang membentuk kontur struktur batubara bagian bawah (Floor). Kemudian dilakukan permodelan triangular dari kontur struktur batubara bagian bawah (Floor) tersebut. Kontur struktur bagian bawah batubara (Floor) berguna untuk melakukan pembatasan saat penaksiran cadangan jumlah batubara. Dengan pembuatan kontur struktur,juga dapat divisualisasikan bentuk endapan batubara pada daerah penelitian. Sehingga mempermudah dalam pembuatan desain geometris penambangan. Peta kontur struktur batubara dapat dilihat pada (**Lampiran 4**)

4.5 Hasil Penaksiran Cadangan Sumber Daya Batubara

Pada rancangan pit penambangan Blok *seam* B, dapat dibuat perancangan pit penambangan dengan *pit bottom* hingga elevasi 20 mdpl. Dengan jumlah cadangan batubara pada pit Blok *seam* B Utara sebesar 723.757,125 ton, , *overburden* sebesar 5.230.669,625 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1, cadangan batubara pada pit Blok *seam* B Timur sebesar 1.152.937,5 ton, , *overburden* sebesar 1.421.062,5 ton, dengan *stripping ratio* 1 : 1 dan pada pit Blok *seam* B Selatan diperoleh cadangan batubara sebesar 1.282.208,785 ton *overburden* sebesar 9.266.063,4 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1.

Tabel 4.3 Stripping Ratio Batubara Daerah Penelitian

NAME	OVERBURDEN (TON)	COAL MASS (TON)	TOTAL VOLUME (TON)	SR
SEAM B Utara	5.230.669,625	723.757,125	5.954.426,75	7
SEAM B Timur	1.421.062,5	1.152.937,5	2.574.000	1
SEAM B Selatan	9.266.063,4	1.282.208,785	10.548.272,185	7

Wilayah penelitian pertama kali dibagi menjadi satu blok besar (hasil dari pembatasan wilayah penaksiran). Setelah dianalisis lapisan – lapisan tadi dibagi menjadi tiga blok dengan arah kemenerusan batubara yang berbeda.

1. Blok Seam B Utara

Korelasi yang dilakukan pada titik bor memperlihatkan penyebaran *seam* batubara yang terdapat pada setiap titik bor. Litologi yang mendominasi yakni soil, pasir, lanau, batubara, lempung pasiran, dan pasir lempungan.

Dapat dilihat dari kemenerusan batubara yang ada pada korelasi titik bor ini (**Lampiran 6**) menunjukkan pola ketebalan batubara yang sama. Pada korelasi titik bor ini dapat dijumpai pula seam batubara yang mengalami *splitting* dapat dilihat pada titik bor RIC11. Hal ini terjadi karna adanya

pengaruh struktur yang mengakibatkan *split*. Batubara yang ada pada korelasi ini memiliki ketebalan yang tidak sama menunjukkan sedikit mengalami gangguan struktur.



2. Blok Seam B Timur

Korelasi yang dilakukan pada titik bor memperlihatkan penyebaran *seam* batubara yang terdapat pada setiap titik bor. Litologi yang mendominasi yakni soil, pasir, lanau, batubara, lempung pasir, dan pasir lempungan.

Dapat dilihat dari kemenerusan batubara yang ada pada korelasi titik bor (**Lampiran 7**), menunjukkan pola ketebalan batubara yang sama, hal ini menunjukkan bahwa pada *seam* ini tidak mengalami pengaruh struktur geologi pada daerah penelitian.



3. Blok Seam B Selatan

Korelasi yang dilakukan pada titik bor memperlihatkan penyebaran *seam* batubara yang terdapat pada setiap titik bor. Litologi yang mendominasi yakni soil, pasir, lanau, batubara, lempung pasiran, dan pasir lempungan.

Dapat dilihat dari kemenerusan batubara yang ada pada korelasi titik bor (**Lampiran 8**) menunjukkan pola ketebalan batubara yang tidak sama. Pada korelasi titik bor ini dapat dijumpai pula seam batubara yang mengalami penipisan. Hal ini terjadi karna adanya pengaruh struktur pada daerah penelitian.



4.6 Rancangan Teknis Penambangan

Di wilayah penelitian yang memiliki bentuk bentang alam berupa perbukitan bergelombang lemah dengan ketinggian topografi berkisar antara 50 - 79mdpl dan kemiringan endapan batubara $5-10^{\circ}$, maka jenis penambangan yang cocok diterapkan di daerah ini adalah sistem tambang terbuka dengan metode *Open Cut*.

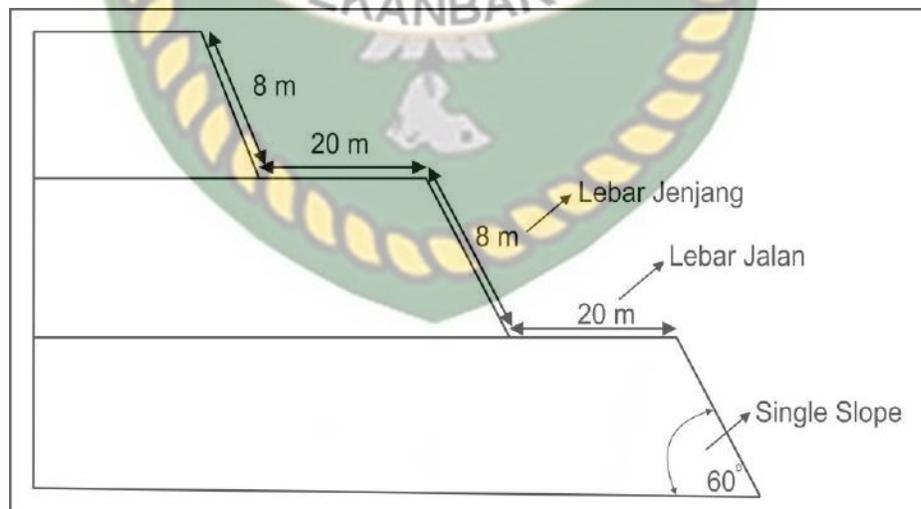
Rancangan teknis penambangan dilakukan untuk mempermudah proses penambangan dan memperoleh perhitungan cadangan yang sesuai dengan target produksi dan sesuai dengan arah penyebaran batubara. Rancangan teknis penambangan didasarkan pada topografi awal pada daerah telitian (**Lampiran 1A**,

Peta Topografi), langkah pertama yang dikerjakan pada tahap rancangan teknis penambangan adalah membagi area penambangan dalam Blok-Blok penambangan (*gridded seam model*). Rancangan bentuk penambangan yang dibuat yaitu dengan mempertimbangkan faktor ruang kerja alat. Daerah yang direncanakan untuk ditambang harus dapat dijagkau oleh peralatan tambang yang digunakan dan dapat bekerja secara aman dengan mempertimbangkan adanya jalan masuk ke daerah yang akan ditambang.

Maka dari itu dibuat simulasi geometri arah penambangan sesuai dengan metode yang ada dilapangan.

1. Geometri Jenjang

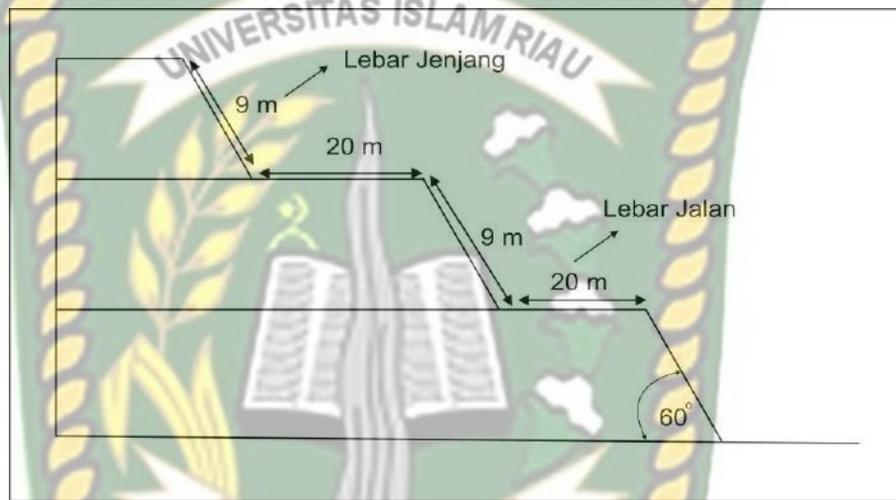
- Tinggi lereng keseluruhan (Overall Slope High) = 60 – 70 meter
- Kemerengan Lereng Tunggal (Bench Slope) = 60
- Tinggi Lereng Tunggal (Bench High) = 8 meter
- Lebar jenjang (Berm) = 20 meter
- Lereng lantai batubara (Lowwall) mengikuti kedudukan lapisan batubara.
- Arah penambangan Blok B Utara = Timur - Barat



Gambar 4.3. Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada blok B Utara

2. Geometri Jenjang

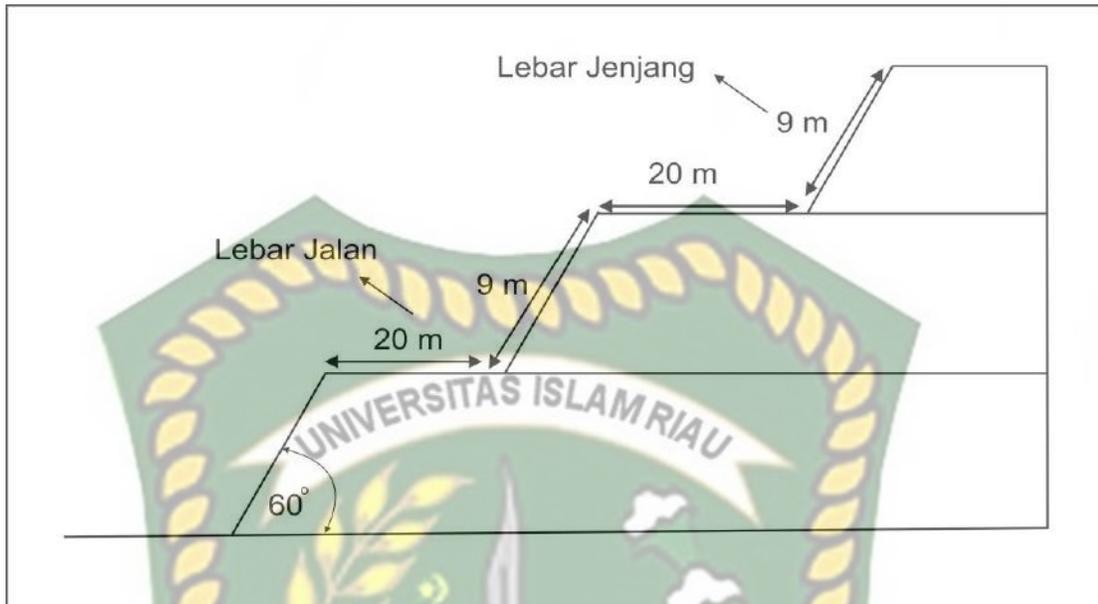
- Tinggi lereng keseluruhan (Overall Slope High) = 60 – 70 meter
- Kemerengan Lereng Tunggal (Bench Slope) = 60
- Tinggi Lereng Tunggal (Bench High) = 9 meter
- Lebar jenjang (Berm) = 20 meter
- Lereng lantai batubara (Lowwall) mengikuti kedudukan lapisan batubara.
- Arah penambangan Blok B Timur = Barat daya – Timur Laut



Gambar 4.4. Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada blok B Timur

3. Geometri Jenjang

- Tinggi lereng keseluruhan (Overall Slope High) = 60 – 70 meter
- Kemerengan Lereng Tunggal (Bench Slope) = 60
- Tinggi Lereng Tunggal (Bench High) = 9 meter
- Lebar jenjang (Berm) = 20 meter
- Lereng lantai batubara (Lowwall) mengikuti kedudukan lapisan batubara.
- Arah penambangan Blok B Selatan = Timur - Barat



Gambar 4.5. Dimensi Jenjang Pit Penambangan pada blok B Selatan

Metode yang diterapkan pada penambangan batubara daerah penelitian adalah metode *Open Cut*. Metode tambang ini pada akhirnya akan menghasilkan sumuran (*pit*) pada permukaan kerja (*front*) penambangan, sehingga selama kegiatan penambangan akan menghadapi kendala air terutama air hujan. Oleh karena itu perlu dibuat rancangan penyaliran air tambang untuk mengatasi masalah air yang berasal dari air hujan, air limpasan maupun air tanah. Upaya penyaliran air menuju sumuran dan mencegah genangan air pada jenjang dilakukan dengan membuat paritan di dekat kaki jenjang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemodelan geologi lapisan batubara, menghasilkan 3 *seam* batubara dengan ketebalan $\geq 0,5\text{m}$. *Subcrop line* batubara dan kontur struktur batubara, yang digunakan sebagai batas dalam penaksiran cadangan dan perancangan geometri penambangan.
2. Rancangan penambangan dimulai dari bagian blok utara, blok timur, hingga selatan daerah penelitian. Kemiringan lereng tunggal maksimal adalah 10° , tinggi *bench* 8 m dan lebar *bench* penambangan maupun *final bench* adalah 10 m.
3. Pada rancangan pit penambangan Blok *seam* B, dapat dibuat perancangan pit penambangan dengan *pit bottom* hingga elevasi 20 mdpl. Dengan jumlah cadangan batubara pada pit Blok *seam* B Utara sebesar 723.757,125 ton, , *overburden* sebesar 5.230.669,625 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1, cadangan batubara pada pit Blok *seam* B Timur sebesar 1.152.937,5 ton, , *overburden* sebesar 1.421.062,5 ton, dengan *stripping ratio* 1 : 1 dan pada pit Blok *seam* B Selatan diperoleh cadangan batubara sebesar 1.282.208,785 ton *overburden* sebesar 9.266.063,4 ton, dengan *stripping ratio* 7 : 1.

5.2 Saran

Dalam rangka optimalisasi pelaksanaan rancangan tambang yang telah dibuat, maka perlu dilakukan:

1. Diperlukan pemantauan lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil perhitungan simulasi dengan kenyataan pelaksanaannya dilapangan pada saat dan setelah operasi penambangan dilakukan setiap tahunnya.
2. Perlu dilakukan monitoring kestabilan lereng agar faktor keamanan dapat di pertahankan.
3. Perancangan dan perhitungan sistem penyaliran tambang yang tepat guna mengatasi air limpasan yang masuk ke dalam tambang mengingat tingginya curah hujan pada area penambangan Daerah Penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningsih, C. (2017). Hydrology Analysis and Rainwater Harversting Effectiveness as an Alternative to Face Water Crisis in Bantan Tua Village Bengkalis District-Riau. *Journal of Dynamics*, 1(1).
- Choanji, T. (2016a). Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra Satelit dan Digital Elevation Model (DEM) di Sungai Siak, Daerah Tualang dan Sekitarnya Sebagai Pertimbangan Pengembangan Pembangunan Wilayah. *Jurnal Saintis*, 16(2), 22–31.
- Choanji, T. (2016b). Slope Analysis Based On SRTM Digital Elevation Model Data: Study Case On Rokan IV Koto Area And Surrounding. *Journal of Dynamics*, 1(2).
- Choanji, T., & Indrajati, R. (2016). Analysis of Structural Geology based on Sattelite Image and Geological Mapping on Binuang Area, Tapin Region, South Kalimantan. In *GEOSEA XIV AND 45TH IAGI ANNUAL CONVENTION 2016 (GIC 2016) (Vol. 45)*.
- Choanji, T., Rita, N., Yuskar, Y., & Pradana, A. (2018). CONNECTIVITY RELATIONSHIP OF FLUID FLOW ON DEFORMATION BAND: ANALOG STUDY AT PETANI FORMATION, RIAU, INDONESIA. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 15(3), 193–198.
- Faiez, Z., & Putra, D. B. E. (2016). Complex Geologic Structure in Kolok Mudik Village, Barangin District, Sawahlunto City, West Sumatera Province as a Geotourism Potency. *Proceeding of Seminar Nasional Ke-3 Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran*, Vol 3(May 2016), 2.18
- Fatriadi, R., Asteriani, F., & Cahyaningsih, C. (2017). Effectiveness of the National Program for Community Empowerment (PNPM) for Infrastructure Development Accelerated and Geoplanology in District of Marpoyan Damai, Pekanbaru. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 53-63.
- Hadian, M. S. D., Waliyana, T. Y., Sulaksana, N., Putra, D. B. E., & Yuskar, Y. (2017). Hydro chemistry and Characteristics of Groundwater: Case Study Water Contamination at Citarum River Upstream. *Journal of Geoscience, Engineering,*

Environment, and Technology, 2(4), 268–271.
<https://doi.org/10.24273/jgeet.2017.2.4.578>

Jannah, M., Suryadi, A., Zafir, M., Saputra, R., Hakim, I., Ariyuswanto, R., & Yusti, U. (2017). Geological Structure Analysis to Determine the Direction of the Main Stress at Western Part of Kolok Mudik, Barangin District, Sawahlunto, West Sumatera. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 46-52.

KAUSARIAN, H. (2017). Geological mapping and full polarimetric sar analysis of silica sand distribution on the northern coastline of Rupa island, Indonesia (Doctoral dissertation, 千葉大学= Chiba University).

Kausarian, H. Abdul Rahim Shamsudin, Yuniarti Yuskar. 2014. Geotechnical and Rock Mass Characterization Using Seismic Refraction Method At Kajang Rock Quarry, Semenyih, Selangor Darul Ehsan. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering*, 13.

Kausarian, H., Batara, B., & Putra, D. B. E. (2018). The Phenomena of Flood Caused by the Seawater Tidal and its Solution for the Rapid-growth City: A case study in Dumai City, Riau Province, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 39.
<https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.01.1221>

Kausarian, H., Choanji, T., Karya, D., Gevisioner, & Willyati, R. (2017). Distribution of Silica Sand on The Muda Island and Ketam Island in The Estuary of Kampar River, Pelalawan Regency, Indonesia. In *Proceedings of Researchfora 2nd International Conference, Putrajaya, Malaysia (Vol. 2, pp. 5–8)*.

Kausarian, H., Sri Sumantyo, J. T., Kuze, H., Aminuddin, J., & Waqar, M. M. (2017). Analysis of Polarimetric Decomposition, Backscattering Coefficient, and Sample Properties for Identification and Layer Thickness Estimation of Silica Sand Distribution Using L-Band Synthetic Aperture Radar. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 43(2), 95-108.

Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Karya, D., Putra, D. B. E., & Kadir, E. A. (2016). Geological Mapping for the Land Deformation Using Small UAV, DinSAR Analysis

and Field Observation at The Siak Bridge I and II, Pekanbaru City, Indonesia. Proceeding of The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, 1(1), 452–458.

Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., & Putra, D. B. E. (2015). Mapping of the oldest layer exposure at the top layer of Riau bedrock using Alos Palsar Mosaic 25M-Resolution data. Proceedings of the 58th Spring Conference of The Remote Sensing Society of Japan, 1(1), 37–40.

Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., Karya, D., Panggabean, G. F. (2016). Silica Sand Identification using ALOS PALSAR Full Polarimetry on The Northern Coastline of Rupat Island, Indonesia. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 6(5), 568-573.

Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., Karya, D., Wiyono, S. (2016). The Origin And Distribution Of Silica Mineral On The Recent Surface Sediment Area, Northern Coastline Of Rupat Island, Indonesia. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 12(4), 980-989.

Kausarian, H., Umar, M., Wiyono, S. (2013). Silica Sand Potency of Bukit Pelintung as Base Material of Solar Cell. JOURNAL of OCEAN, MECHANICAL AND AEROSPACE- Science and Engineering-, 2.

Lubis, M. Z., Anggraini, K., Kausarian, H., & Pujiyati, S. (2017). Marine Seismic And Side-Scan Sonar Investigations For Seabed Identification With Sonar System. Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 2(2), 166-170.

Lubis, M. Z., Anurogo, W., Kausarian, H., Surya, G., Choanji, T. (2017). Sea Surface Temperature and Wind Velocity in Batam Waters Its Relation to Indian Ocean Dipole (IOD). Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 2(4), 255-263.

Lubis, M. Z., Kausarian, H., Anurogo, W. (2017). Seabed Detection Using Application Of Image Side Scan Sonar Instrument (Acoustic Signal). Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology, 2(3), 230-234.

Mairizki, F., & Cahyaningsih, C. (2016). Ground Water Quality Analysis in the Coastal of Bengkalis City Using Geochemistry Approach. Journal of Dynamics, 1(2).

- Prayitno, B. (2015). Fasies Pengendapan Limnic-Marsh Pada Kondisi Gambut Ombrotrophic-Oligotrophic Rengat Barat Cekungan Sumatra Tengah-Indonesia. *Jurnal Relevansi, Akurasi Dan Tepat Waktu (RAT)*, 4(1), 546-554.
- Prayitno, B. (2016). Limnic Condition In Rheotrophic Peat Type As the Origin of Petai Coal, Central Sumatra Basin, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 63-69.
- Prayitno, B., & Ningrum, N. S. (2017). Development of Funginite on Muaraenim and Lower Members of Telisa Formations at Central Sumatra Basin-Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(2), 149-154.
- Putra, D. B. E. (2012). Geophysical survey using gravity method at Bukit Bunuh area, Lenggong, Perak. *Proceedings of the National Geoscience Conference 2012*, 102–121.
- Putra, D. B. E., & Choanji, T. (2016). Preliminary Analysis of Slope Stability in Kuok and Surrounding Areas. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 41–44. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2016.11.5>
- Putra, D. B. E., & Choanji, T. (2016). Preliminary Analysis of Slope Stability in Kuok and Surrounding Areas. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment and Technology*, 1(1), 41–44. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2016.11.5>
- Putra, D. B. E., & Yuskar, Y. (2016). Shallow Groundwater Mapping and Saltwater Intrusion Analysis in Bantan Tua Village, Bengkalis Regency, Riau Province. *Proceeding of Seminar Nasional Ke-3, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Vol 3(May 2016)*, 1.11.
- Putra, D. B. E., Samsudin, A. R., & Choanji, T. (2016). Geophysical Modelling Using Gravity Data Of Meteorite Impact Crater At Bukit Bunuh, Lenggong, Perak, Malaysia. *Proceeding of The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium*, 1, 515–524.
- Putra, D. B. E., Yuskar, Y., & Hadian, M. S. D. (2017). HYDROGEOLOGY ASSESSMENT USING PHYSICAL PARAMETER IN BENGKALIS RIAU. *Proceedings of the 2nd Join Conference of Utsunomiya University and Universitas Padjadjaran*, 274–279.

- Putra, D. B. E., Yuskar, Y., Cahyaningsih, C., & Khairani, S. (2017). Rock Mass Classification System Using Rock Mass Rating (RMR) of a Cut Slope in Riau-West Sumatra Road. *Proceeding of International Conference on Science Engineering and Technology*, 1(1), 106–111.
- Samsudin, A. R., Saidin, M., Harun, A. R., Ariffin, M. H., Hamzah, U., Putra, D. B. E., & Karamah, M. S. S. (2013). A Possible Structure Of Impact Crater At Lenggung Perak: Gravity Evidences. *Proceedings of the National Geoscience Conference 2013*, 89.
- Suryadi, A. (2016). Fault Analysis to Determine Deformation History of Kubang Pasu Formation at South of UniMAP Stadium Hill, Ulu Pauh, Perlis, Malaysia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 1-6.
- Suryadi, A., Choanji, T., & Wijayanti, D. (2018). Infiltration Rate of Quarternary Sediment at Rumbio Jaya, Kampar, Riau. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 57–62.
- Syam, B., Permana, W., Pradana, A., & Choanji, T. (2007). The Petroleum System of Sibolga Basin Based on Correlation Seismic and Well Log Data.
- Yuskar, Y. (2014). Interpretasi Fasies Pengendapan Formasi Tondo, Pulau Buton, Sulawesi Tenggara Berdasarkan Data Pemetaan Geologi dan Potensinya Sebagai Batuan Reservoir Minyakbumi. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 31-40.
- Yuskar, Y. (2014). Struktur Geologi Dan Model Tektonostratigrafi Daerah Gonda Dan Sekitarnya Kecamatan Sorawolio, Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara. *Jurnal Relevansi, Akurasi Dan Tepat Waktu (RAT)*, 3(2), 473-480.
- Yuskar, Y. (2016). Geo-tourism Potential of Sand Bars and Oxbow lake at Buluh Cina, Kampar–Riau, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 59-62.
- Yuskar, Y., & Choanji, T. (2016a). Sedimen Deposit of Floodplain Formation Resulting From Lateral Accretion Surfaces on Tropical Area: Study Case at Kampar River, Indonesia. In *IJSS 7th (Indonesia Japan Joint Scientific Symposium)*.

Yuskar, Y., & Choanji, T. (2016b). *Sedimentologi Dasar* (1st ed.). Pekanbaru, Indonesia: UIR PRESS.

Yuskar, Y., & Choanji, T. (2017). Uniqueness Deposit of Sediment on Floodplain Resulting From Lateral Accretion on Tropical Area: Study Case at Kampar River, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 14–19.

Yuskar, Y., Harisma, H., & Choanji, T. (2017). Karstifikasi dan Pola Struktur Kuarter Berdasarkan Pemetaan Lapangan dan Citra SRTM Pada Formasi Wapulaka, Pasar Wajo, Buton, Sulawesi Tenggara. *Journal of Earth Energy Engineering*, 6(1), 1–10.

Yuskar, Y., Putra, D. B. E., & Revanda, M. (2018). Quarternary Sediment Characteristics of Floodplain area: Study Case at Kampar River, Rumbio Area and Surroundings, Riau Province. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 63. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2018.3.1.1226>

Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Choanji, T., Faiez, Z., & Habibi, M. (2017). SANDSTONE RESERVOIR CHARACTERISTIC BASED ON SURFICIAL GEOLOGICAL DATA OF SIHAPAS FORMATION IN BUKIT SULIGI AREA, SOUTHWEST CENTRAL SUMATRA BASIN. *Proceeding of International Conference on Science Engineering and Technology*, 1(1), 112–117.

Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Suryadi, A., Choanji, T., & Cahyaningsih, C. (2017). Structural Geology Analysis In A Disaster-Prone Of Slope Failure, Merangin Village, Kuok District, Kampar Regency, Riau Province. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(4), 249–254. <https://doi.org/10.24273/jgeet.2017.2.4.691>

(2009), Laporan Pemboran Eksplorasi PT. Pengembangan Investasi Riau, Kabupaten Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau,

Suhala S, *Teknologi Pertambangan di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan

Waterman S, (2010), *Perencanaan Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.

Waterman S, (2006), Modul Praktikum Simulasi dan Komputasi, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.

Yanto I, (2010), Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.

Deboer, J., 2006, ‘Minescape Tutorial Dedicated for Pama Training Batch 5’, Pama Persada Nusantara, Kalimantan Timur.

Hustrulid, W. & Kuchta, M., 1995, ‘Open Pit Mine Planning and Design: Vol. 1-Fundamentals’, Chapter 4. AA Balkema, Netherland.

Waterman Sulistyana, 2013, ‘Perencanaan dan Perancangan Tambang’, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta.

1998, ‘Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara’, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

