

Perhitungan Sumberdaya Batubara dan Permodelan *Pit 2* Pada PT. Andhika Yoga Pratama (AYP), Kecamatan Pauh, Kabupaten Sarolangun, Jambi

Rahmad Febrian Ikwali*, Murad MS^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*ryan_syamsu@rocketmail.com

** muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. Coal is one of the minerals contained in the Indonesian energy with enormous potential, the one in Sumatra. Location IUP PT. Andhika Pratama Yoga is located in District Pauh, Sarolangun, Jambi. In an effort to determine the amount of the reserves contained in the mining permit area, then a company must carry out exploration activities, which includes observation of outcrop (outcrop descriptions, measurement strike and dip) and mapping the subsurface by observing the cutting results of drilling activity. This study of the general menggambaran thickness conditions in the study area, counting the coal reserves in the area of research until the *pit* design and mine *layout*. From the correlation between the point of drilling. Resource calculation performed using *software Minescape* and the method of polygons. Volume obtained for the *pit* reserve of 12 hectares amounted 26900.01 tons and the amount of *overburden* to be opened for 78177.11 tons. With *striping ratio* is 1: 2.906.

Keywords: Coal, Coal Reserves, Overburden, Striping ratio, Minescape

1. Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu komoditas bahan tambang yang jumlahnya melimpah di Indonesia. Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dengan NEDO, sumberdaya batubara Indonesia pada 2015 tercatat sebesar 65,4 miliar ton dengan sumberdaya 12 miliar ton^[1]. Dari angka tersebut maka kegiatan eksplorasi terus dilakukan untuk mendapatkan sumberdaya batubara sebagai salah satu sumberdaya energi untuk kelangsungan hidup manusia, seperti produksi baja, semen dan pembangkit listrik serta kegiatan lainnya.

Dalam kegiatan eksploitasi bahan galian tahap pertama yang dilakukan adalah kegiatan eksplorasi. Kegiatan eksplorasi diperlukan program terencana dan terpola sehingga menghasilkan temuan sumberdaya batubara yang bernilai ekonomis. Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, tidak terkecuali di dunia pertambangan. Salah satu yang mengalami perkembangan di dunia pertambangan adalah perangkat lunak (*software*) pendukung kegiatan pertambangan. *Software* yang digunakan dalam dunia pertambanganpun beraneka ragam seperti *software* pemetaan, *software* geologi, *software* perencanaan dan banyak lainnya^[2]. Pada penelitian ini penulis tertarik dengan *software* pendukung kegiatan perencanaan.

PT. Andhika Yoga Pratama merupakan salah satu industri yang bergerak pada penambangan batubara yang berlokasi di Pauh, Sarolangun, Jambi yang memiliki luas IUP eksplorasi 5000 ha, luas IUP operasi penambangan 3000 ha dan 1 *pit* yang diberi nama *pit 1* seluas ± 2 ha. *Pit 1* yang telah dilakukan eksploitasi selama 4 bulan dan telah memproduksi batubara sekitar ± 50.000 ton. Pada

kegiatan penambangan pada *pit 1* PT. Andhika Yoga Pratama memiliki kekurangan informasi tentang bahan galian yang akan ditambang pada *pit 1* tersebut. Kekurangan informasi pada *pit 1* yaitu belum adanya perhitungan jumlah sumberdaya bahan galian yang ditambang, belum adanya *layout* penambangan dan rencana bukaan yang tidak relevan dengan keadaan *real* di lapangan. Seiring dengan eksploitasi yang dilakukan PT. Andhika Yoga Pratama pada *pit 1* maka *pit 1* telah berada pada batas akhir dari kegiatan pertambangan (*ultimate pit limit*) artinya *pit 1* sudah tidak ekonomis untuk dilakukan kegiatan penambangan. Agar eksploitasi pada bahan galian dapat terus dilakukan PT. Andhika Yoga Pratama berencana untuk membuka *pit 2* yang berada tidak jauh dari *pit 1*.

Agar *Pit 2* memiliki rancangan sistem penambangan terpadu untuk eksploitasi bahan galian PT. Andhika Yoga Pratama berencana membuat perencanaan tambang yang matang agar kegiatan pertambangan terarah dan adanya pedoman bagi pelaksanaan kegiatan dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Dalam kegiatan perencanaan tambang, industri pertambangan perlu mendapatkan beberapa data diantaranya jumlah sumberdaya batubara, jumlah *overburden* yang akan dibuka, bentuk tata letak penambangan, bentuk desain *pit* galian ekonomis oleh PT. Andhika Yoga Pratama dengan perbandingan *striping ratio* 1:3 dan lainnya. Perbandingan nilai *striping ratio* 1:3 didapatkan dari berbagai perhitungan, bentuk desain *pit 2* dengan nilai *striping ratio* 1:3 dibuat atas permintaan dari Randa Pramana sebagai Project Manager PT. Andhika Yoga Pratama. Dalam penelitian ini penulis akan mendapatkan data jumlah sumberdaya, jumlah *overburden* yang dibuka dan bentuk *pit* galian pada *pit 2*

PT. Andhika Yoga Pratama dengan menggunakan *software* perencanaan *Minescape* versi 4.118.

Keunggulan *software Minescape* adalah untuk memenuhi berbagai tuntutan dalam industri pertambangan di Indonesia. *Minescape* adalah solusi lengkap bagi operasi tambang *open cut* dan *underground*. *Minescape* memiliki fungsi meningkatkan efisiensi dalam operasi perencanaan tambang, menyederhanakan proses rekayasa, meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya penambangan melalui penggunaan teknologi dan sistem informasi manajemen, meningkatkan potensi keuntungan dan desain tambang yang luas sehingga menjadi solusi pertambangan terkemuka di Indonesia. Dengan berbagai macam fitur yang dimiliki, *Minescape* menawarkan kemudahan dalam penggunaannya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lokasi Penelitian

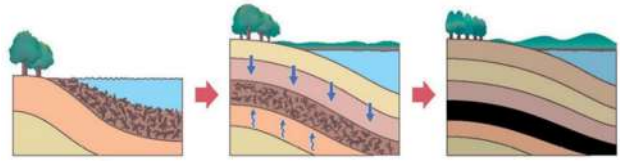
Lokasi operasional PT. Andhika Yoga Pratama terletak di Kecamatan Pauh, Kabupaten Sarolangun, Jambi. Secara geografis lokasi penambangan PT. Andhika Yoga pratama terletak antara koordinat 101°42'58"BT-101°45'3"BT dan 01°24'15"LS-01°25'0"LS. Lokasi operasional PT. Andhika Yoga Pratama dapat ditempuh dari Kota Padang melalui Jalan Lintas Sumatra selama 9 jam menggunakan transportasi darat dengan jarak ± 430 km dan dilanjutkan dengan perjalanan selama 1 jam menuju lokasi penambangan. Lokasi proyek penambangan bisa dicapai dengan perjalanan berjarak sekitar 60 km dari Kota Sarolangun, dari Kota Sarolangun menuju kearah Jambi sekitar 18 km ke Simpang Karmen dan menelusuri jalan tanah sekitar 42 km.

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Batubara

Batubara adalah batuan sedimen organik yang berasal dari tumbuhan, yang sejak pengendapannya terkena proses fisik dan kimia sehingga mengakibatkan pengkayaan kandungan karbon. Unsur-unsur pembentuk batubara utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara ini terbentuk dari endapan sisa tumbuhan dan fosil pada iklim purba sekitar khatulistiwa yang mirip dengan kondisi kini. Kubah gambut terbentuk pada kondisi dimana mineral-mineral anorganik yang terbawa air dapat masuk ke dalam sistem dan membentuk lapisan batubara yang berkadar abu dan sulfur rendah dan menebal secara lokal. Hal ini sangat umum dijumpai pada batubara miosen. Sebaliknya, endapan batubara eosin umumnya lebih tipis, berkadar abu dan sulfur tinggi. Kedua umur endapan batubara ini terbentuk pada lingkungan lakustrin, dataran pantai atau delta, mirip dengan daerah pembentukan gambut yang terjadi saat ini di daerah timur Sumatera dan sebagian besar Kalimantan. Pengaruh lokasi tempat tumbuh dan berkembangnya, ditambah dengan lokasi pengendapan (sedimentasi) tumbuhan, pengaruh tekanan batuan dan panas bumi serta perubahan-perubahan yang berlangsung kemudian, akan menyebabkan terbentuknya batubara yang jenisnya

bermacam-macam. Oleh karena itu, karakteristik batubara berbeda-beda sesuai dengan lapangan batubara (*coal field*) dan lapisannya (*coal seam*)^[3].



Gambar 1. Proses Terbentuknya Batubara

2.2.2 Seam atau Lapisan Batubara

Arti sederhana dari *seam* adalah lapisan batubara di bawah permukaan tanah. Batubara di bawah permukaan tanah terdiri dari beberapa lapisan yang membentuk suatu tebalan dengan sekat tanah (*interburden*) sebagai pembatas tiap lapisan. Lingkungan pengendapan batubara merupakan salah satu kendali utama yang mempengaruhi pola sebaran, ketebalan, kemenerusan, kondisi *roof* dan *floor*, serta kandungan sulfur pada lapisan batubara. Melalui model pengendapan juga dapat ditentukan lapisan batubara ekonomis yang ditandai oleh sebarannya yang luas, tebal, serta kandungan abu dan *sulfur* rendah. Artinya, ada hubungan genetik antara geometri lapisan batubara dan lingkungan pengendapannya yang dicerminkan oleh proses-proses geologi^{[4][5]}.

2.2.3 Perhitungan Volume Sumberdaya Batubara

Perhitungan sumberdaya batubara atau *coal* adalah perhitungan pada batubara yang telah diketahui ketebalan masing-masing *seam* batubara, luasan batubara beserta berat jenisnya. Persamaan perhitungan sumberdaya batubara atau *coal* dapat dilihat pada rumus.^{[6][7]}

$$\text{Tonnase batubara atau coal} = A \times B \times C \quad (1)$$

Keterangan

A = Ketebalan rata-rata batubara (m)

B = Berat jenis batubara (ton / m³)

C = Luas daerah terhitung (m²)

2.2.4 Lapisan Tanah Pengotor atau Penutup

Lapisan tanah pengotor atau penutup dalam batubara terdiri dari lapisan penyisip dalam satu *seam* batubara (*parting*), lapisan penutup (*overburden*) dan lapisan pembatas antar *seam* (*interburden*). *Parting* adalah bagian nonbatubara (pengotor) yang membagi atau menyisip di dalam satu *seam* batubara yang bisa saja merupakan tanah, *sandstone*, atau *limestone*, sedangkan *overburden* (OB) adalah lapisan tanah dan batuan yang ada di atas *seam* batubara sampai pada permukaan struktur topografi (permukaan tanah). Selain *overburden* dikenal juga istilah *interburden* (IB), yaitu lapisan tanah penutup yang ada diantara dua *seam* batubara^{[8][9]}. Pada *software Minescape* lapisan pengotor atau penutup tersebut diidentifikasi sebagai *overburden*, *interburden* dan *parting*. Gabungan tiga pengotor tersebut disebut *waste*. Persamaan atau

ekspresi matematika dari penghitungan waste di *software Minescape* dapat dilihat pada rumus.

$$\text{Waste} = \text{Rangeoverburden} + \text{Rangeinterburden} + \text{Rangeparting} \quad (2)$$

Keterangan:

Rangeoverburden = penjumlahan volume OB dari semua *seam* (m³)

Rangeinterburden = penjumlahan volume IB dari semua *seam* (m³)

Rangeparting = penjumlahan *parting* dari semua lapisan (m³)

2.2.5 Striping ratio

Striping ratio adalah perbandingan antara volume masa batuan yang dibongkar (lapisan tanah penutup) dengan batubara yang di ambil atau bisa juga disebut dengan besarnya volume tanah lapisan penutup yang harus dibongkar untuk mendapatkan 1 ton batubara^{[10][11]}.

2.2.6 Sumberdaya Batubara

Sumberdaya batubara (*coal resources*) adalah bagian dari endapan batubara yang diharapkan dapat dimanfaatkan. Sumberdaya batu bara ini dibagi dalam kelas-kelas sumberdaya berdasarkan tingkat keyakinan geologi yang ditentukan secara kualitatif oleh kondisi geologi/tingkat kompleksitas dan secara kuantitatif oleh jarak titik informasi. Sumberdaya ini dapat meningkat menjadi sumberdaya apabila setelah dilakukan kajian kelayakan dinyatakan layak^[12].

2.2.7 Software Minescape

Software Minescape merupakan piranti lunak (*software*) yang diperuntukkan untuk pengolahan data geologi, pertambangan, serta perencanaan tambang. *Minescape* menyediakan berbagai fitur yang sangat berguna dalam proses pengolahan dan analisa data-data tambang. *software Minescape* dikembangkan untuk memenuhi berbagai tuntutan dalam industri pertambangan dan digunakan oleh lebih dari 100 perusahaan pertambangan di Indonesia^[13]. *Software Minescape* juga merupakan rangkaian solusi terintegrasi yang dirancang untuk operasi pertambangan menggunakan sistem *open cut* dan *underground* dan merupakan *software mining system* yang dirancang khusus untuk pertambangan. *Software 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 dan juga memiliki fungsi pemodelan geologi dan desain tambang yang luas, misalnya pembuatan *pit limit*, perencanaan jalan, analisa progres tambang, perencanaan kegiatan eksploitasi bahan tambang, perhitungan sumberdaya batubara, pemodelan batubara dan masih banyak lagi. Sehingga menjadikannya solusi pertambangan terkemuka di Indonesia^{[14][15]}.

3. Metode Penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan (*Applied Research*). Penelitian terapan adalah sebuah penelitian yang mencoba memberikan solusi yang lebih spesifik pada masalah-masalah kebijakan dan membantu para praktisi dalam menjalankan tugasnya. Penelitian ini memiliki manfaat yang lebih praktis dapat langsung digunakan (bersifat aplikatif). Berdasarkan jenis data yang akan diperoleh maka teknis analisis data menggunakan data kuantitatif, yaitu dengan mengolah data menggunakan *software minescape* dan kemudian menampilkan bentuk desain dalam bentuk gambar 2D dan 3D^[16].

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengambilan data dimulai dengan melakukan *tracking actual subcrop* batubara yang akan ditambang menggunakan GPS dengan cara berjalan di sepanjang garis *subrcop* batubara pada *pit 2*.

3.3 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Menggunakan *microsoft excel* untuk input data bor berupa data bor *survey* yang berisikan nama lubang bor dan posisi dan data lithologi yang berisikan nama lubang bor, ketebalan batubara, *statigrafi unit*. Setelah data selesai dibuat kemudian di mengganti format data menjadi *.txt*.
2. Selanjutnya melakukan pengolahan data pada *software minescape*. Analisa menggunakan *minescape* dilakukan beberapa tahapan adalah sebagai berikut:
 - a. Input topografi, membuat topografi dalam bentuk 3D.
 - b. Input data bor.
 - c. Membuat penyebaran batubara dari data bor.
 - d. Membuat *section* batubara
 - e. Menentukan daerah pengaruh
 - f. Menentukan daerah yang akan ditambang.
 - g. Menentukan besaran *pit* yang akan dibuka.
 - h. Membuat *slope* dan *bench* pada *pit* yang akan dibuka.
 - i. Setelah keseluruhan *pit* selesai maka dilakukan perhitungan *overburden* yang dibuka dan batubara yang akan tertambang dengan membagi bentuk *pit* 3D dengan berbagai garis vertikal dan horizontal (*batterblock*), semakin kecil jarak antara garis makan ketelitian dalam perhitungan akan semakin baik.
 - j. Mengabungkan garis *batterblock* menjadi kubus-kubus kecil (*solid*).
 - k. Membuat *resgraph*
 - l. Mendapatkan data sumberdaya dan *overburden*.
 - m. Sebelum mendapatkan nilai sumberdaya, *overburden* dan *striping ratio* maka data dari *software minescape* diimport kembali ke *excel* dan dilakukan perhitungan sehingga semua data didapatkan.

3.4 Tahap Analisis Data

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan *pit* dengan nilai *striping ratio* 1:3 agar dapat diterapkan pada kegiatan pertambangan yang akan dilakukan oleh PT. Andhika Yoga Pratama. Adapun yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

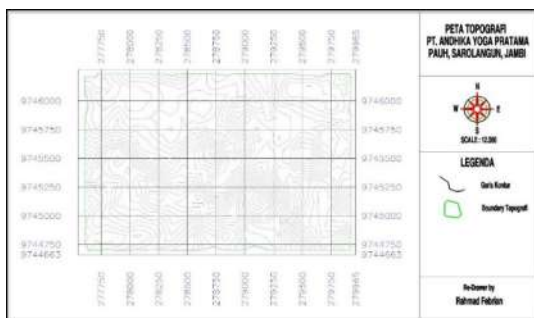
1. Menganalisis data bor agar mendapatkan data yang dapat mewakili keadaan *real* di lapangan dan menentukan *seam* batubara yang berkontinuitas dengan data dari bor eksplorasi.
2. Menganalisis besaran *pit limit* yang akan diaplikasikan pada desain *pit*.
3. Menganalisis besaran *slope* dan *bench* yang cocok agar dapat diaplikasikan pada desain *pit*.
4. Menganalisis jumlah *ramps* yang akan dibuat agar mendapatkan batubara sampai bagian *floor*nya.
5. Menganalisis perbandingan *striping ratio* yang ekonomis untuk ditambang.

Upaya pencapaian jumlah sumberdaya yang besar untuk ditambang dengan tetap membuat penambangan yang ekonomis dengan mempertimbangkan keadaan sekitar daerah penambangan yang berupa keadaan material tanah. Maka akan di analisa terlebih dahulu keadaan tanah agar mendapat *slope* yang ekonomis pula dan aman untuk dilakukan proses penambangan. Hasil pengolahan data akan dianalisa untuk selanjutnya dapat dihasilkan suatu rekomendasi untuk acuan pembuatan desain *pit* yang ekonomis dan tetap aman saat dilakukan eksploitasi. Setelah dilakukan analisa dapat ditarik suatu kesimpulan dan rekomendasi yang dapat digunakan oleh perusahaan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Peta Topografi

Peta topografi merupakan peta yang menggambarkan permukaan yang digambarkan dengan garis kontur. Pada peta topografi dapat dilihat beda tinggi suatu lokasi dari rapatnya *interval* kontur tersebut. Secara umum PT. Andhika Yoga Pratama dilihat pada kondisi topografi merupakan daerah yang agak landai. permukaan yang relatif datar dan lembah dibagian timur.



Gambar 2. Peta Topografi Daerah Penelitian

Dari gambar 2 dapat dilihat topografi digambarkan dalam garis kontur. Garis kontur adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan elevasi yang sama. Selanjutnya garis kontur tersebut dibuat *triangle* yang

nantinya akan dipergunakan untuk menghitung sumberdaya dan membuat desain *pit* penambangan. Elevasi tertinggi +112 terletak di bagian barat daya *pit* dan elevasi terendah +66 terletak di bagian tenggara topografi (Tabel 1).

Tabel 1. Koordinat Elevasi Peta Topografi

Batas	Elevasi	Koordinat X	Koordinat Y
Tertinggi	+112 mdpl	279125.062	9745126.000
Terendah	+66 mdpl	277603.688	9746214.000

4.2 Analisis Data Bor

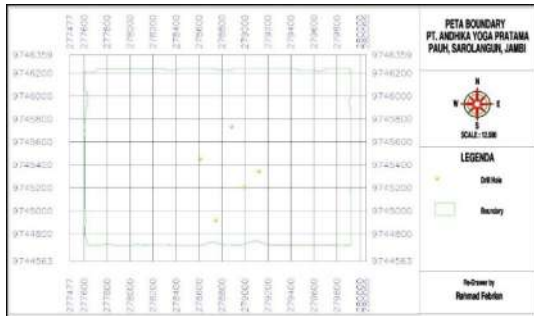
PT. Andhika Yoga Pratama telah melakukan pemboran pada blok D terdapat 17 titik bor dan terdapat 2 titik bor yang tidak terdapat batubara didalamnya. Pada daerah yang akan dihitung jumlah sumberdayanya seluas 12 ha terdapat 6 titik bor. Informasi yang digunakan dalam mengestimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian berasal dari 6 data lubang bor dan jarak rata-rata antar lubang bor \pm 400 meter dengan kedalaman rata-rata lubang bor \pm 40 meter.

Pada Analisa data bor PT. Andhika Yoga Pratama didapatkan lapisan yang akan dihitung adalah lapisan batubara *seam* B yang memiliki lapisan dengan ketebalan rata-rata 8 meter. Dengan lapisan batubara yang landai dengan kemiringan sebesar 18°. Data bor yang diolah dengan *software Minescape* disusun dengan aplikasi notepad yang berformat text document (*.txt). Data tersebut dinamakan sebagai data *survey* dan data lithologi. Data tersebut diperoleh dari kegiatan pemboran eksplorasi rinci, yang mana agar mendapatkan gambaran data yang representatif dari endapan bahan galian tersebut. Pada kegiatan ini data terdiri dari koordinat lokasi pemboran, seperti nilai X (*Easting*), Y (*Northing*) dan Z (*Elevation*), kedalaman pemboran merupakan total *depth* dari pemboran, serta data *from to* dari ketebalan batubara. Data bor ini kemudian disusun dan disesuaikan dengan format data dari *software Minescape*.

Data *survey* dan data lithologi di atas akan diolah dengan menggunakan *software Minescape* setelah data diperoleh kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan sumberdaya batubara dengan menggunakan metode poligon pada *software Minescape*, kemudian dilanjutkan dengan membuat *layout* penambangan.

4.2.1 Membatasi Area Dengan Poligon

Langkah awal dalam melakukan pengolahan data adalah membatasi area yang akan dilakukan pengukuran sumberdaya yaitu membuat poligon tertutup di bagian terluar dari lubang bor. Poligon tertutup dibuat berdasarkan *boundary* dari topografi daerah penelitian.

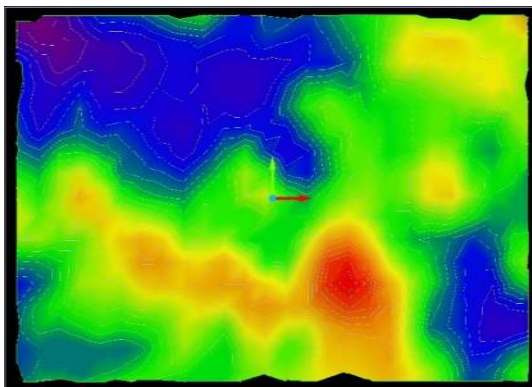


Gambar 3. Poligon Yang Membatasi Daerah Pengukuran

Pembuatan poligon bertujuan agar area perhitungan sumberdaya dapat dibatasi serta dapat memudahkan dalam pembuatan kontur struktur dari masing-masing *seam* batubara pada daerah penelitian.

4.2.2 Triangulasi

Suatu metode yang menghubungkan sekumpulan *triangle* secara grafis untuk menggambarkan *surfaces*. Pada *software Minescape* data yang ditriangulasi disimpan dalam *triangle file* dalam *direktori/triangle* pada sebuah *project*. Struktur dan karakteristik *triangle file* hampir sama dengan *design file*. Seperti juga *design file*, sebuah *triangle file* terdiri dari satu atau lebih *layer-layer*. *Triangle file* adalah sumber data grafis yang penting dan menyediakan fasilitas untuk menggambarkan model yang berhubungan dengan geologi dan segala isinya. Data hasil triangulasi dapat disimpan sebagai *surface*.

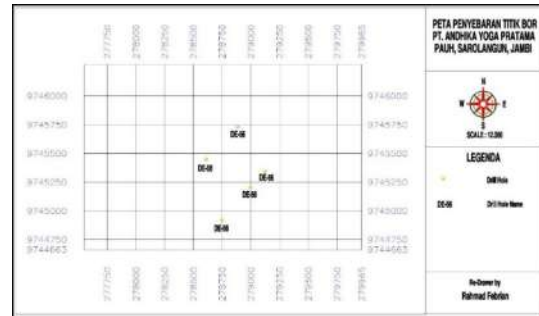


Gambar 4. *Triangle* Topografi Daerah Penelitian

Dari gambar 4 daerah dengan warna yang berwarna merah adalah daerah tertinggi dari daerah penelitian dan berwarna ungu atau biru adalah daerah terendah dari daerah penelitian.

4.2.3 Sebaran Titik Bor

Setelah peta topografi selanjutnya adalah sebaran titik bor di area penambangan, dimana terdapat 6 titik pemboran dengan spasi atau jarak antar lubang bor + 400 meter. Untuk menampilkan sebaran titik bor digunakan bantuan *software Minescape*.



Gambar 5. Peta Sebaran Titik Bor

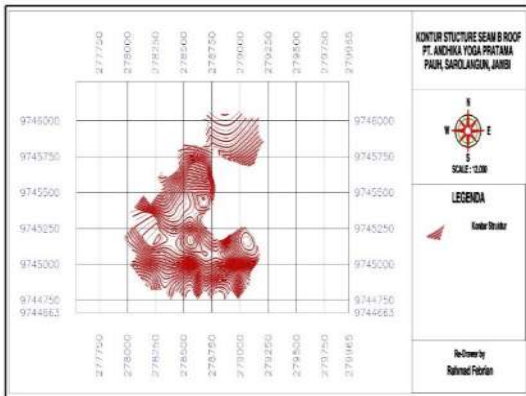
4.2.4 Kontur Struktur Batubara

Dari data dasar pemodelan endapan batubara, setelah diolah lebih lanjut maka hasil pengolahan data tersebut antara lain diperoleh peta kontur struktur. Kontur struktur merupakan salah satu faktor terpenting dalam pembuatan desain tambang. Kontur struktur dapat memberikan informasi arah umum (jurus) dan penyebaran batubara.

Kontur struktur adalah kontur batubara dalam bentuk garis kontur. Kontur struktur batubara juga dapat digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan tanah penutup. Ketebalan tersebut dapat dihitung dari perpotongan kontur struktur dengan kontur topografi, dimana ketebalan tanah penutup ini dapat digunakan sebagai batasan awal dari penentuan *pit limit*. Perbandingan antara volume *overburden* dan batubara yang diterapkan dalam bentuk *striping ratio*, dapat dijadikan salah satu dasar penentuan batasan penambangan. Hasil pengolahan data menggunakan *software Minescape* menunjukkan terdapat *seam* diberi nama oleh PT. Andhika Yoga Pratama sebagai *seam B*. Kemudian dengan bantuan *software Minescape* tersebut dilakukan pembuatan kontur struktur batubara seperti di bawah ini.

4.2.4.1 Seam B Roof

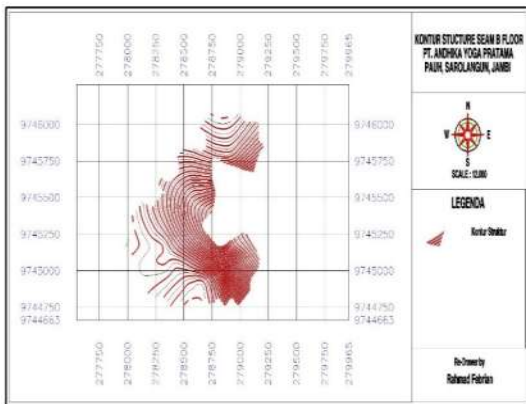
Kontur struktur *Seam B Roof* memiliki nilai kalori kurang lebih 5.500 kkal. Gambar 6 di bawah merupakan gambar kontur struktur penyebaran batubara lapisan *seam B roof*. Kontur struktur *seam B roof* memiliki jurus batubara mengarah ke arah Barat Daya dan kemiringan 18° mengarah ke Barat Laut. Lapisan Batubara *seam B* cukup datar. memiliki elevasi tertinggi 89,5 mdpl di bagian barat dan elevasi terendah 54 mdpl.



Gambar 6. Kontur Struktur Batubara Seam B Roof

4.2.4.2 Seam B Roof

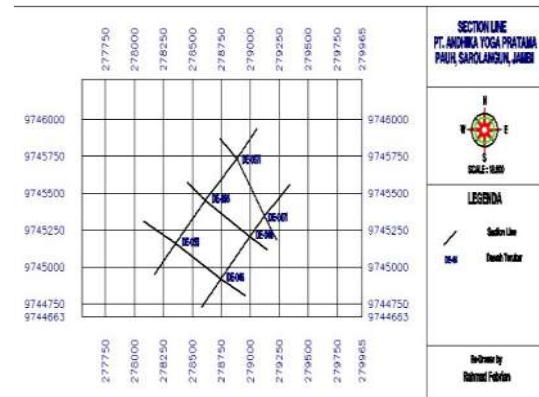
Kontur struktur Seam B Roof memiliki nilai kalori kurang lebih 5.500 kkal. Gambar 7 di bawah merupakan gambar kontur struktur penyebaran batubara lapisan seam B roof. Lapisan Batubara seam B cukup datar. memiliki elevasi tertinggi 87 mdpl di bagian barat dan elevasi terendah 53 mdpl.



Gambar 7. Kontur Struktur Batubara Seam B Floor

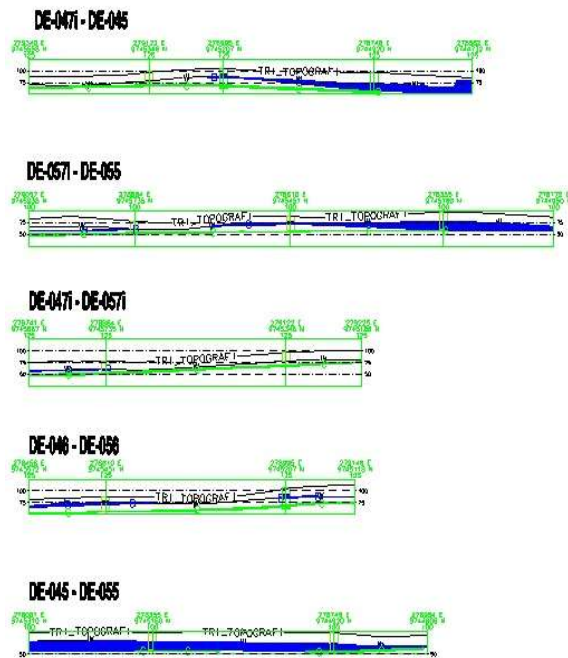
4.2.5 Bentuk Section

Section batubara adalah bentuk sayatan dari 3 dimensi dari daerah penelitian apabila disayat antara lubang bor yang ada. Section batubara dapat memberikan informasi tampak kemenerusan batubara sebelum batubara dikedaan aslinya dilapangan. Sebelum mendapatkan section batubara sebelumnya harus membuat section 3D terlebih dahulu. Section 3D terdiri dari garis penghubung dimana section yang akan gambarkan



Gambar 8. Section Line

Section line adalah garis sayatan yang akan digambarkan dalam bentuk 2D. section line pada gambar 18 memiliki 5 section line yaitu DE-047i – DE-057i, DE-047i – DE-045, DE-046 – DE-056, DE-045 – DE-055 dan DE-057i – DE-055. Setelah garis section 3D dibentuk selanjutnya dapat menampilkan data section dari lapisan batubara. Di dalam software minescape penggambaran section dinamakan section 2D.



Gambar 9. Section 2D

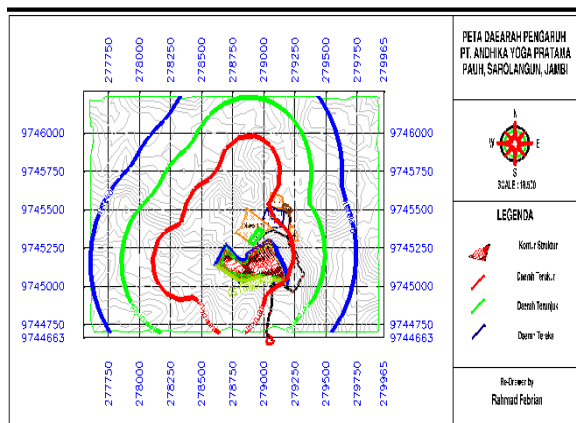
4.2.6 Daerah Pengaruh Batubara

Daerah pengaruh batubara adalah daerah yang menyatakan sumberdaya berada pada klasifikasi sumberdaya terukur, tereka atau terunjuk^[17]. Klasifikasi sumberdaya ditentukan berdasarkan standar SNI 5015 2011 (Tabel 2).

Tabel 2. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi

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

Pada Penelitian ini menggunakan kondisi geologi yang Moderat yaitu dengan nilai sumberdaya tereka 750, sumberdaya terunjuk 500 dan sumberdaya terukur 250.



Gambar 10. Daerah Pengaruh Sumberdaya

Daerah pengaruh batubara pada gambar 10 untuk mengetahui sumberdaya apa yang dimodelkan. Garis berwarna biru adalah wilayah sumberdaya terunjuk, garis berwarna hijau adalah wilayah sumberdaya tereka dan garis berwarna merah adalah wilayah sumberdaya terukur maka dari peta daerah pengaruh dapat diketahui sumberdaya yang digambarkan termasuk dalam sumberdaya terukur.

4.2.7 Bentuk Pit

Pit dibuat dengan berbagai pertimbangan yaitu dengan batas *pit* yang akan dibuat dan Analisa geoteknik.

4.2.7.1 Batas Pit

Penentuan batas *pit* merupakan sebagai langkah awal dalam melakukan evaluasi sumberdaya batubara. Penentuan batas *pit* ini diperlukan untuk dapat memperkirakan/ memprediksi suatu area sumberdaya batubara yang potensial untuk nantinya akan dikembangkan menjadi suatu lokasi *pit* penambangan dan ekonomis untuk dilakukan eksploitasi.

Pada penelitian ini PT. Andhika Yoga Pratama menentukan besaran *pit* yang akan dibuka sebesar 12 ha. Dikarenakan dari Analisa yang dilakukan PT. Andhika Yoga Pratama dengan besaran *pit* 12 ha adalah besaran *pit* yang ekonomis yang dibuka.

4.2.7.2 Rekomendasi Geoteknik

Dalam menentukan dimensi atau ukuran suatu geometri jenjang, harus dilakukan kajian secara teliti. Dalam hal ini PT. Andhika Yoga Pratama menentukan geometri jenjang pada suatu bukaan *pit*. Dalam melakukan kegiatan penambangan, geometri suatu lereng seperti tinggi dan kemiringannya perlu ditentukan untuk mengoptimasikan penggalian batubara serta tetap memperhatikan keselamatan kerja.

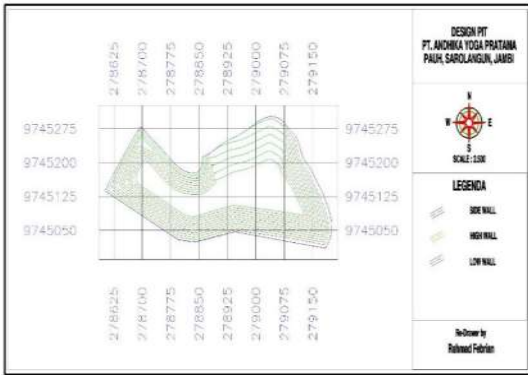
Faktor utama penentu geometri lereng adalah struktur geologi, sifat fisik dan mekanik batuan serta air. Geometri lereng yang akan ditentukan meliputi lereng individu (*single slope*) dan kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*) (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter Geoteknik

Tinggi Jenjang	Lebar Jenjang	Grade Jalan	Side wall	High wall	Low wall
6 meter	5 meter	8%	60°	60°	25°

Parameter geoteknik diatas dipilih tergantung pada produksi yang diinginkan dan alat-alat yang digunakan, Dimensi jenjang harus mampu menjamin kelancaran aktifitas alat mekanis agar efisien dan faktor keamanan daerah penambangan.

Standar parameter geoteknik untuk lebar dan tinggi jenjang tergantung kepada jenis alat mekanis yang digunakan, semakin besar dan berat alat yang digunakan maka tinggi dan lebar jenjang akan lebih besar. *grade* jalan sebesar 10% besarnya *grade* jalan berpengaruh pada kemiringan jalan yang akan ditempuh oleh alat mekanis yang digunakan. Apabila *grade* jalan lebih besar dari 10% dikhawatirkan akan mempersulit alat mekanis menumpuh jalan tersebut dan mengakibatkan bahan bakar yang digunakan akan lebih besar dikarenakan jalan yang terlalu menanjak. Kemiringan jenjang yang terlalu tinggi akan memperkecil faktor keamanan jenjang tersebut maka pemilihan kemiringan lereng tergantung pada struktur geologi, sifat fisik dan mekanik batuan serta air. Parameter-parameter di atas akan digunakan untuk merancang sebuah *pit*.



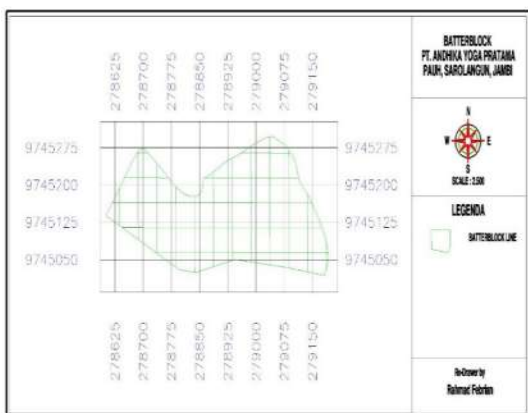
Gambar 11. Desain Pit

Setelah desain *pit* telah selesai dibentuk kemudian dihitung jumlah sumberdaya batubara dan *overburden* serta nilai *striping ratio* yang mampu dihasilkan oleh desain *pit* yang telah dibuat.

4.2.8 Batterblock

Optimasi blok penambangan PT. AYP dibuat pada area batubara yang potensial untuk ditambang (dalam hal ini adalah kontur *seam* batubara). Dikarenakan kondisi geologi daerah penelitian tergolong geologi sederhana maka untuk dimensi blok sebesar 20 m x 20 m. Blok penambangan ini dirancang dengan tujuan untuk perhitungan jumlah sumberdaya beserta volume total *overburden*nya disetiap dimensi 20 m x 20 m. Sehingga berdasarkan perhitungan disetiap bloknya tersebut dapat diketahui nilai nisbah kupas (*striping ratio*) dari masing-masing bloknya.

Perhitungan tonase batubara dan volume *overburden* secara prinsipnya menggunakan perhitungan metode blok, yaitu dengan mengalikan luas blok dengan tebal total *overburden* untuk perhitungan volume *overburden*, sedangkan untuk perhitungan batubara adalah mengalikan luas blok dengan tebal total batubara dan dikalikan lagi dengan *density* batubara, sehingga didapat jumlah tonase batubara per bloknya. Menggunakan perhitungan yang sama maka setiap blok dapat diketahui volume *overburden*, tonase batubara dan *striping ratio*.

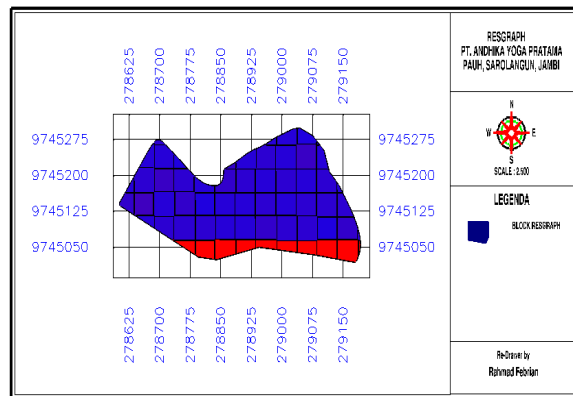


Gambar 12. Betterblock

Dimensi *Betterblock* ini adalah 20 m x 20 m dengan luas *boundary* yang membatasi blok adalah 11.8 ha. Jika *Betterblock* hanya 2 dimensi (2D) maka bentuk *solid* menampilkan gambar tiga dimensi (3D). Hasil dari bentuk *solid* inilah yang akan dihitung sumberdaya terukur batubara dan *overburden*nya serta nilai *striping ratio* per blok dengan ukuran permukaan 20 m x 20 m dan kedalaman atau tinggi blok yang dibatasi oleh *seam* ter bawah (*floor*) dari lapisan batubara.

4.2.9 Resgraph

Resgraph adalah suatu menu dalam *minescape* untuk mmengambarkan nilai-nilai yang berada dalam tabel menjadi sebuah bentuk grafis gradual-gradasi warna, *resgraph* dapat kita lakukan untuk nilai-nilai *striping ratio* dari tiap-tiap blok dari *solid*.



Gambar 13. Resgraph

Dari gambar diketahui bagian berwarna biru adalah bagian dimana terdapat batubara dengan perbandingan *striping ratio* <3 dan bagian berwarna merah adalah bagian dengan perbandingan *striping ratio* >3. Maka disimpulkan tiap blok *resgraph* memiliki nilai *striping ratio* yang berbeda pula dengan jumlah sumberdaya batubara dan jumlah volume *overburden* yang berbeda.

4.2.10 Perhitungan Sumberdaya

Perhitungan sumberdaya pada *software minescape* menggunakan perhitungan poligon yaitu dengan cara menghitung luas dari per-blok *solid*nya, perhitungan *solid* pada blok akan dipisahkan antara jumlah volumen blok keseluruhan, massa batubara dan volumen OB yang dibongkar. Di dalam penelitian ini menggunakan blok *solid* bernama *sol_*(Nama Blok).

Hasil perhitungan pada tabel 4 berikut ini merupakan hasil dari perhitungan jumlah batubara dan batuan penutup menggunakan metode poligon pada desain *pit*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Jumlah Batubara dan Batuan Penutup

TOT VOL	TOT MASS	VOL COAL	VOL OB	SR
288917,5078	77066,42386	59281,86451	229635,6433	2,97

Perhitungan sumberdaya yang dilakukan di *software minescape* menghasilkan data sebagai berikut:

1. Total Volume adalah total dari keseluruhan batuan yang dibongkar. Artinya dari total volume terdapat batubara dan volume *overburden* didalamnya
2. Total Mass adalah massa dari batubara yang didapatkan. Massa batubara disini dalam satuan BCM
3. Volume *Coal* adalah total mass batubara yang dikalikan dengan densitas batubara. Dipembahasan ini densitas batubara adalah 1.3
4. Volume OB adalah volume dari *overburden* yang dibuka
5. SR adalah perbandingan antara total mass dan volume *overburden* yang dibuka.

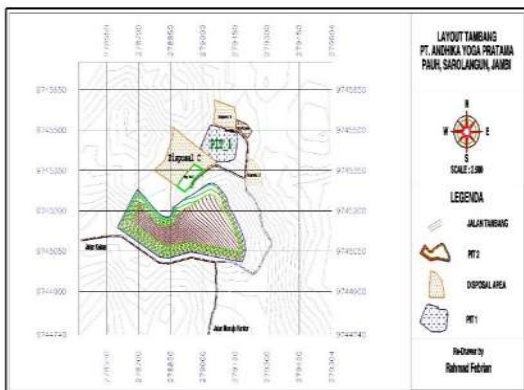
Pada *Pit* yang dibuat telah dihitung volume batuan yang dibongkar sebesar 288917,507 ton, total batubara tertambang sebesar 77066,423 BCM dan volume *overburden* yang akan dibongkar sebesar 229635,643 ton. Maka nilai *striping ratio* yang didapatkan dari *pit 2* adalah

$$\begin{aligned} \text{Striping ratio} &= \text{BCM Batubara} : \text{Volume Overburden} \\ &= 77066,423 \text{ BCM} : 229635,643 \text{ ton} \\ &= 1 : 2,979 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *striping ratio* didapatkan adalah 1: 2,979.

4.2.11 Layout Penambangan

Layout penambangan adalah berbagai informasi tata letak semua komponen penambangan yang mendukung kegiatan penambangan yang sedang dilakukan. *Layout* penambangan berisikan letak *pit*, letak *stockpile*, lokasi kantor, jalan dll. Gambar 14 berikut adalah bentuk *layout* penambangan yang akan diterapkan di PT. Andhika Yoga Pratama.



Gambar 14. *Layout* Tambang

Pada gambar 14 memaparkan tata letak dari komponen kegiatan penambangan PT. Andhika Yoga Pratama. Jarak antara *pit 2* dan *pit* penambangan sebelumnya ± 1 km kearah utara *pit 2*. Posisi *pit 2*, *disposal area* dan *top soil area* dibuat berdekatan dengan tujuan pada kegiatan pengupasan lapisan tanah dapat menghemat biaya dikarenakan jarak yang dekat. Sedangkan jarak antara *pit 2* dan kantor PT. Andhika Yoga Pratama ± 2,5 km. Dengan *grade* jalan untuk

mengakses *disposal*, kantor dan pengangkutan batubara ke *stockpile* sebesar 7,2%

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. *Layout* tambang PT. Andhika Yoga Pratama dirancang berdasarkan peta topograf daerah penelitian, pertimbangan jarak tempuh dan *grade* jalan tambang. Gambar *layout* tambang dapat dilihat pada lampiran 2. *Pit 2* dapat diakses dari utara pada bagian *low wall*, *disposal* dan *top soil* area berada di utara *pit 2*. Akses jalan keluar untuk aktifitas pengangkutan batubara ke *stockpile* dibuat mengelilingi *pit 2* dari utara ke arah timur, sedangkan kantor berada di selatan *pit 2*.
2. Bentuk bukaan *pit 2* PT. Andhika Yoga Pratama dengan luas bukaan 12 ha menggunakan 3 jenjang pada *low wall* dan 7 di *side wall*. Berikut geometri bukaan tinggi jenjang jenjang 6 meter, lebar jenjang 5 meter, *grade* jalan 8%, *side wall* 60°, *high wall* 60° dan *low wall* 25°.
3. Jumlah sumberdaya yang tertambang pada *pit 2* PT. Andhika Yoga Pratama adalah sebesar 77066,4238 BCM dengan *overburden* yang akan dibuka sebesar 229635,6433 ton dengan *striping ratio* 1: 2,979
4. Jalan tambang rencana akan melewati *low wall* yang lebih landai dari *wall* lainnya. Jalan yang dibuat dengan lebar 6 meter untuk dapat dilewati oleh kendaraan pengangkut batubara ke lokasi *stockpile*.

5.2 Saran

1. *Layout* tambang dibuat pada skala kecil karna keterbatasan data topografi daerah penelitian.
2. Sebaiknya dalam proses mine plan khususnya dalam mendesain *pit* agar dapat menggunakan data bor yang lebih banyak lagi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat lagi dengan kondisi *real* di lapangan dan diharapkan akan menghilangkan error pada perhitungan dengan *software* minicape.
3. Perlu dilakukan analisis lanjutan membuat desain *pit* agar mengetahui secara pasti bentuk desain *pit*.
4. Diperlukan pengawasan lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil dan kelayakan diperhitungkan dengan kenyataan pelaksanaan dilapangan

Daftar Pustaka

- [1] Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- [2] Dadang, Aryanda. *Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan*. Universitas Hasanuddin. Jurnal Geosains. Vol 10 No 02 (2014)
- [3] Rahmani dan Flores. *Sedimentology of coal and coal-bearing sequences*. International Association of Sedimentologist. London. (1984)

- [4] Hutton, A., and Jones, B. *Coal Eksplorasi*. Bandung. MDCM. (1995)
- [5] Dadang, Aryanda. *Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan*. Universitas Hasanuddin. *Jurnal Geosains*. **Vol. 10 No. 02** (2014)
- [6] Wood, dkk. *Coal Resource Classification System of The U.S. Geological Survey*. Alexandria. Survey Circular 891. (1983)
- [7] Febrian, Dimas Tidar dkk. *Rancangan Desain Pit Batubara Di PT. Cakra Persada Mandiri Mining PT. CPMM, Desa Panaan, Kecamatan Bintang Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah*. Universitas Islam Bandung. **Vol 01 No 01** (2015)
- [8] Andaru, R. *Modul Survey Pertambangan*. Yogyakarta. UGM. (2010)
- [9] Partanto, Prodjosumarto. *Pengantar Perencanaan Tambang*. Bandung. Universitas Islam Bandung. (2014)
- [10] Subriyanto, Teguh Wijaya dkk. *Perhitungan Sumberdaya Dan Sumberdaya Batubara Pada PT. Bartim Metropolitan Perkasa, Desa Didi, Kecamatan Dusun Timur, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah*. Universitas Lambung Mangkurat. **Vol 1 No 1** (2015)
- [11] Mart, Wandy dkk. *Perhitungan Cadangan Batubara dan Perancangan Pit PT. Anugrah Karya Raya, Desa Penain, Kec. Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah*. Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Geosapta*. **Vol 1 No 1** (2015)
- [12] Anshariah. *Perhitungan Sumberdaya Batubara Dengan Metode Circular USGS 1983 Di PT. Pacific Prima Coal Site Lamin, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur*. Universitas Hasanudin. **Vol 1** (2015)
- [13] Irwandy, Arif. *Perencanaan Tambang*. Bandung. Institut Teknologi Bandung. (2005)
- [14] Rozali, Muhampad Rizwan dkk. *Perhitungan Sumberdaya Batubara Dan Permodelan Pit Pada PT. Global Indonesia Mandiri, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat. **Vol 1 No 1** (2015)
- [15] Fadli, dkk. *Desain Pit Penambangan Batubara Blok C Pada PT. Intibuana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara*. Universitas Muslim Indonesia. *Jurnal Geomine*. **Vol 01** (2015)
- [16] Nanang, Martono. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta. Rajawali Pers. (2016)
- [17] Badan Standar Nasional Indonesia SNI 13-6011-1999. *Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. Jakarta. (1999)