

**ESTIMASI CADANGAN BATUBARA UNTUK MENENTUKAN
PIT LIMIT PENAMBANGAN DI PT. SENAMAS ENERGINDO
MINERAL KECAMATAN DUSUN TIMUR
KABUPATEN BARITO TIMUR
KALIMANTAN TENGAH**

Oleh:
Rino Ospari
Jurusan Teknik Pertambangan STTNAS, Yogyakarta
rinoospari@gmail.com

ABSTRAK

Dengan meningkatnya harga batubara bulan november 2016, maka perlu perhitungan ulang cadangan batubara untuk *pit limit* penambangan di PT. Senamas Energindo Mineral sehingga mendapatkan nilai keuntungan apabila dilakukan penambangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya sumberdaya batubara yang berpotensi untuk dijadikan sebagai cadangan batubara di daerah penelitian wilayah ijin usaha pertambangan (IUP) eksplorasi PT. Senamas Energindo Mineral. Setelah perhitungan sumberdaya batubara, maka akan dilakukan perhitungan *break event striping ratio (BESR)* dengan memasukan parameter nilai ekonomi penambangan untuk mengetahui keuntungan dan sebagai acuan *striping ratio* untuk batasan estimasi cadangan guna memperoleh *pit limit* penambangan. Dari hasil perhitungan sumberdaya menggunakan metode *circular* di daerah penelitian pada PT. Senamas Energindo mineral didapatkan nilai sumberdaya terukur 18,073,435 MT, Sumberdaya terunjuk 8,239,631 MT, dan sumberdaya tereka 343,743 MT. Setelah dilakukan perhitungan *break event striping ratio (BESR)* maka diperoleh *striping ratio* sebagai batasan maksimal penambangan yaitu 1 : 6.1 Kemudian hasil estimasi cadangan batubara menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) didapatkan cadangan batubara 10,790,842 MT, *waste* 60,997,369 Bcm dan *striping ratio* 1 : 5.65. Hasil estimasi cadangan batubara menggunakan metode *cross section* dengan pedoman (*the rule of gradual change*) didapatkan cadangan batubara 10,486,493 MT, *waste* 59,002,068 Bcm dan *striping ratio* 1 : 5.63.

Kata Kunci: Metode *cross section*, *striping ratio*, parameter ekonomi penambangan.

1. Pendahuluan

Untuk menunjang salah satu program pemerintah maka Pemerintah Kabupaten Barito Timur mengundang para investor untuk mengelola dan menginventarisasikan potensi batubara di daerah ini, salah satunya PT. Senamas Energindo Mineral yang telah mendapatkan IUP operasi produksi Seluas 2,000 Ha. Dalam IUP tersebut, blok prospek penelitian dilakukannya eksplorasi seluas 498 Ha. Dalam kegiatan eksplorasi ini tidak lepas dari kegiatan pemboran yang dilakukan setelah kegiatan pemetaan lokasi selesai dilakukan. Perhitungan sumberdaya suatu bahan galian merupakan hal yang paling vital dalam kegiatan eksplorasi untuk

mengetahui potensi sumberdaya batubara. Optimalisasi pemanfaatan sumberdaya mineral tidak saja berarti dapat menggali sebanyak mungkin dengan tetap memperhatikan batasan-batasan lingkungan dan keselamatan kerja sejalan dengan prinsip konservasi, tetapi juga mengandung arti bahwa manfaat ekonomi yang diperoleh haruslah maksimal. Karena semua keputusan teknis di atas sangat tergantung pada nilai cadangan tersebut, perhitungan cadangan merupakan salah satu tugas hal penting dalam mengevaluasi suatu kegiatan pertambangan.

Pada bulan november 2016 terjadi peningkatan harga batubara, oleh sebab itu perlu dilakukan

perhitungan ulang cadangan batubara untuk *pit limit* penambangan. Dalam penentuan *pit limit* penambangan, terlebih dahulu mengetahui parameter biaya penambangan dan *break event striping ratio (BESR)* sebagai *pit limit* penambangan. Dengan mengetahui batasan *pit limit penambangan*, maka dapat dilakukan perhitungan cadangan terkira kemudian akan digunakan untuk mengevaluasi apakah sebuah kegiatan penambangan yang direncanakan layak atau tidak.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Mengestimasi sumberdaya batubara di PT. Senamas Energindo Mineral,
2. Menghitung *break event striping ratio (BESR)* dengan menggunakan parameter biaya penambangan di PT. Senamas Energindo Mineral,
3. Mengestimasi cadangan batubara terkira dan dijadikan sebagai *pit limit* penambangan di PT. Senamas Energindo Mineral.

3. Metode Penelitian

Urutan penelitian yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah metode penelitian kuantitatif yang meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Dari literatur-literatur yang berhubungan dengan materi yang dibahas maka akan didapat penunjang kegiatan penelitian, sehingga diharapkan bias menjadi landasan teori untuk penelitian. Studi literatur dapat berupa dari :
 - a. Perpustakaan
 - b. Wawancara
 - c. Internet
 - d. Laporan penelitian terdahulu
2. Penelitian Langsung di lapangan
Hal ini dilakukan dengan melihat langsung kondisi lapangan daerah penelitian di PT. Senamas Energindo Mineral.
3. Pengambilan Data
Pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan. Data yang diambil adalah sebagai berikut :
 - a. Data Primer
Data primer diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan, data yang diperlukan yaitu :
 1. Data kedalaman dan titik pemboran
 2. Data pemboran *roof dan floor* batubara

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer, antara lain :

1. Data topografi PT. Senamas Energindo Mineral
 2. Peta IUP PT. Senamas Energindo Mineral
 3. Data curah hujan
 4. Arsip-arsip dari perusahaan
 5. Data parameter biaya penambangan
4. Pengolahan data
Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, selanjutnya disajikan dalam bentuk gambar, atau rangkaian perhitungan pada penyelesaian dalam suatu proses yaitu:
- a. Melakukan permodelan geologi batubara untuk menghasilkan *cropline* dan konturstruktur batubara dari data pemboran
 - b. Membuat poligon ring dari jarak titik informasi (titik bor) sebagai radius sumberdaya batubara terukur, terunjuk, tereka.
 - c. Dari beberapa data parameter biaya penambangan dijumlahkan menjadi total biaya penambangan sehingga dapat memperhitungkan *break event striping ratio (BESR)* yang akan dijadikan sebagai *pit limit* penambangan.
 - d. Untuk mengestimasi cadangan menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) dan pedoman perubahan bertahap (*the rule of nearest point*) mendapatkan *pit limit* penambangan.
5. Kesimpulan dan Saran

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir dari semua masalah yang dibahas. Sedangkan saran-saran akan diajukan untuk kesempurnaan penelitian selanjutnya.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Lokasi Daerah Penelitian

Data blok daerah penelitian, berupa data koordinat dan elevasi. Data tersebut digunakan sebagai untuk memodelkan batubara dalam perhitungan jumlah *volume overburden* dan penentuan batas *pit limit*. Data luasan daerah penelitian seluas 498 Ha yang berada dalam konsensi IUP PT. Senamas Energindo Mineral. Batas koordinat blok penelitian terdapat ditabel 1.

Tabel 1 Koordinat Blok Penelitian

X	Y
295243.647	9780693.498
293312.26	9780693.498
293312.26	9783273.822
295243.647	9783273.822

4.2 Data Pemboran

Dari hasil kegiatan pemboran yang telah dilakukan yang berjumlah 240 titik bor dengan kedalaman lubang bor bervariasi antara 30 meter sampai 150 meter didapat beberapa lapisan batubara dengan tebal dan kedalaman yang bervariasi. Adapun data hasil kegiatan adalah sebagai berikut :

1. Data survey titik bor, merupakan data yang memuat tentang kedudukan lapisan batuan ataupun elevasi dan kedalaman *lithologi* maupun kedalaman bor, yang meliputi nama *drill hole*, koordinat X,Y,Z serta kedalaman *drill hole*. Data
2. Data lubang (*drill hole*), Data *Lithologi Drill Hole* merupakan data *lithologi* dari hasil pemboran, meliputi nama *drill hole*, kedalaman *drill hole* saat menembus lapisan batubara, dan seam batubara yang akan dimodelkan. Dari pengamatan dapat diketahui ketebalan dari masing-masing seam batubara.

Hasil interpretasi kesinambungan (korelasi) antar singkapan dan bor, menunjukkan batubara di daerah penyelidikan terdiri atas 6 *seam* antara lain sebagai berikut:

- a. *Seam S04*, dari hasil permodelan *cropline*, *seam* ini merupakan *seam* paling atas dan paling barat dari seluruh *seam* batubara yang melintasi blok area penelitian PT Senamas Energindo Mineral. Ketebalan *seam* ini berkisar 1 – 1,6 meter (rata – rata 1.1 meter).
- b. *Seam S05*, berada di bawah *seam S04*, dengan tebal antara 0,56 meter hingga 1,5 meter dan rata – rata 1.085 meter.
- c. *Seam S06*, berada di bawah *seam S05*, dengan tebal antara 0,56 meter hingga 1,4 meter dan rata – rata 0.89 meter.
- d. *Seam S07U*, berada di bawah *seam S06* dengan tebal antara 0,4 meter hingga 1,2 meter dan rata – rata 0.6 meter.
- e. *Seam S07M*, berada di bawah *seam S07U* dengan tebal antara 0.15 meter hingga 3.7 meter dan rata – rata 2.14 meter.
- f. *Seam S09*, berada di bawah *seam S07M* dengan tebal antara 0.9 meter hingga 8.22 meter dan rata

– rata 5.29 meter. *Seam S09* merupakan seam paling dasar yang digunakan untuk permodelan.

Selanjutnya analisis statistik univarian dilakukan terhadap 6 seam yang telah dimodelkan. Hasil analisis statistik univarian terhadap data ketebalan seam batubara di daerah blok penelitian PT. Senamas Energindo Mineral tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Statistik Univarian Batubara

Seam	N	Average	Min	Max
S04	3	1.1	1	1.16
S05	9	1.081	0.56	1.5
S06	11	0.895	0.56	1.4
S07U	10	0.598	0.4	1.2
S07M	65	2.143	0.15	3.7
S09	180	5.286	0.9	8.22

4.3 Sumberdaya Batubara Daerah Penelitian

Perhitungan sumberdaya batubara di daerah penelitian, maka menghasilkan :

1. Membuat poligon untuk masing-masing titik informasi, dimana masing-masing nilai luasan poligon ini menentukan hasil dari perhitungan sumberdaya terukur (*measured*) terunjuk (*indicated*) dan tereka (*inferred*). Luas dari masing-masing poligon ini mengacu jarak titik informasi geologi berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), 2011.
2. Untuk radius luasan di asumsikan masuk kedalam kondisi geologi moderat dengan luasan radius :
 - a. Sumberdaya Terukur (*Measured Resource*) : 0 - 200 meter
 - b. Sumberdaya Terunjuk (*Indicated Resource*) : 200 - 450 meter
 - c. Sumberdaya Tereka (*Inferred Resource*) : 450 - 950 meter
3. Dari perhitungan ini akan diperoleh luasan poligon dalam bentuk area (hektar).
4. Untuk mendapatkan nilai dari volume batubara, nilai dari luas area dikalikan dengan nilai dari masing-masing sumberdaya terukur, terunjuk dan tereka maka nilai diperoleh dalam bentuk volume (m^3).
5. Sedangkan untuk mendapatkan tonase batubara, nilai volume batubara (m^3) dikalikan dengan densitas batubara sebesar $1,3 \text{ ton}/m^3$.

Hasil estimasi sumberdaya batubara terukur (*measured resource*), terindikasi (*indicated*)

resource), tereka (*inferred resource*) adalah sebagai berikut:

1. Sumberdaya Terukur : 18,073,435 MT
2. Sumberdaya Terunjuk : 8,239,631 MT
3. Sumberdaya Tereka : 343,743 MT

4.3 Kualitas Batubara

Kualitas batubara dilakukan untuk menentukan *rank* batubara daerah penelitian PT. Senamas Energindo Mineral. *Rank* batubara menyatakan tahapan yang telah dicapai oleh bahan organik dalam proses pembatubaraan. Kualitas batubara PT. Senamas Energindo Mineral terdapat pada tabel 3:

Tabel 3. Kualitas Batubara PT. Senamas Energindo Mineral

Parameter Kualitas Batubara	(%) <i>adb</i>	(%) <i>arb</i>
Total Moisture (<i>Tm</i> =%)	-	40.00
Inherent Moisture (<i>Im</i> =%)	14.90	12.68
Ash Content (<i>Ash</i> =%)	5.10	4.84
Total Sulphur (<i>TS</i> =%)	0.18	0.18
Caloric Value (<i>CV</i> =Kcal/Kg)	5,390	3,800

4.4 Break Event Striping Ratio (BESR)

Setelah ditentukan yang dipilih metode tambang terbuka maka dalam rangka pengembangan rencana penambangan tiap tahap digunakan istilah *economic stripping ratio* (BESR-2). BESR-2 digunakan untuk menentukan *striping ratio* yang ekomis yaitu berapa ton *waste* yang disingkirkan untuk memperoleh 1 ton batubara agar tahap penambangan ini masih memberikan keuntungan (*max allowable stripping ratio*) dan untuk menentukan *striping ratio* (*pit limit*). Adapun parameter biaya penambangan untuk perhitungan *Break Event Striping Ratio* (BESR) adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Parameter Biaya Penambangan Batubara

Activities	Unit	Cost	Cost After VAT
OB Removal	\$/BCM	1.98	1.98
Coal Getting	\$/ton	1.00	1.00
Coal Hauling	\$/Ton/km	0.14	6.02
Overhead	\$/ton	2.00	2.00
Barging	\$/ton	5.10	5.10
Transshipment	\$/ton	1.86	1.86
Quality & Analysis	\$/ton	0.30	0.30
General & Admin	\$/ton	3.00	3.00
Royalty	%	5%	1.65

Cost After VAT merupakan nilai biaya setelah penambahan jarak ataupun volume dari aktivitas penambangan. Dalam hal ini penambahan

biaya dilakukan pada coal *hauling* dikarenakan jarak dari lokasi penambangan ke *stockpile* adalah 43 Km. Berdasarkan harga acuan batubara tahun 2017 untuk kalori berdasarkan kontrak perjanjian penjualan pada kondisi 3,800 Kcal/Kg (GAR) adalah \$ 33 /ton.

1. Coal hauling = \$ 0.14/Ton × 43 Km
= \$ 6.02 /Ton/Km
2. Harga batura = \$ 33/Ton
3. Biaya Produksi (tidak termasuk pengupasan)
= \$ 20.93/Ton
4. Biaya Pengupasan tanah per BCM
= \$ 1.98/BCM
5. BESR = $\frac{\$ 33 - \$ 20.93}{\$ 1.98}$
= 6.1

4.5 Perhitungan Cross Section Dengan Pedoman Titik Terdekat (The Rule of Nearest Point)

Cara ini digunakan jika diasumsikan bahwa satu penampang mempunyai daerah pengaruh hanya terhadap penampang yang dihitung saja. Volume yang dihitung merupakan volume pada areal pengaruh penampang tersebut. Penampang tunggal tersebut, maka akan merefleksikan suatu bentuk poligon dengan jarak pengaruh penampang setengah dari jarak penambang sebelum dan sesudahnya yaitu dengan jarak pengaruh masing – masing 50 meter. Hasil jumlah total perhitungan batubara pada blok penelitian PT. Senamas Energindo Mineral adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Estimasi Cadangan Batubara Dengan Pedoman *The Rule of Nearest Point*

Akumulasi_Coal_Reserve	
Overburden (BCM)	9,236,180
Interburden (BCM)	50,562,207
Coal (MT)	11,989,824
Minelosses (BCM)	1,198,982
Waste (BCM)	60,997,369
Mineable_Coal (MT)	10,790,842
SR	5.65

Jadi total perhitungan estimasi cadangan batubara menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) di daerah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Cadangan Batubara : 10,790,842 MT
2. Waste material : 60,997,369 BCM.

4.6 Perhitungan Dengan Pedoman The Rule Of Gradual Change

Cara ini diterapkan pada perhitungan *Cross Section*. Dalam perhitungannya sayatan satu dengan

sayatan lain dihubungkan secara langsung, sehingga perhitungannya dibatasi oleh dua sayatan. Perhitungannya dengan menggunakan luasan rata – rata antar penampang. Jarak antar penampang yaitu 100 meter, dengan kata lain semua penampang dibuat dengan jarak yang sama yaitu 100 meter. Hasil jumlah total perhitungan batubara pada blok penelitian PT. Senamas Energindo Mineral adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Estimasi Cadangan Batubara Dengan Pedoman *The Rule Of Gradual Change*

<i>Akumulasi_Coal_Reserve</i>	
<i>Overburden (BCM)</i>	8,134,615
<i>Interburden (BCM)</i>	49,702,288
<i>Coal (MT)</i>	11,651,659
<i>Mineloses (BCM)</i>	1,165,166
<i>Waste (BCM)</i>	59,002,068
<i>Mineable_Coal (MT)</i>	10,486,493
<i>SR</i>	5.63

Jadi total perhitungan estimasi cadangan batubara dengan menggunakan metode *cross section* dua penampang di blok penelitian adalah sebagai berikut:

1. Cadangan Batubara : 10,486,493 MT
2. Waste material : 59,002,068 BCM

4.7 Nisbah Pengupasan (*Stripping Ratio*)

Perhitungan nisbah pengupasan (*stripping ratio*) merupakan perbandingan antaravolume *overburden* dengan tonase batubara. Nilai dari hasil perhitungan menggunakan metode *Cross Section* Dengan Pedoman *Rule of Nearest Point* diperoleh tonase batubara adalah sebesar 10,790,842 MT, sedangkan jumlah volume tanah yang harus digali adalah sebesar 60,997,369 BCM. Perhitungan nisbah pengupasan total adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SR &= 60,997,369 \text{ Bcm} : 10,790,842 \text{ MT} \\ &= 5.65 \text{ Bcm} : 1 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Nilai dari hasil perhitungan menggunakan metode *Cross Section* diperoleh tonase batubara adalah sebesar 10,486,493 MT, sedangkan jumlah volume tanah yang harus digali adalah sebesar 59,002,068 BCM. Perhitungan nisbah pengupasan total adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SR &= 60,997,369 \text{ BCM} : 10,486,493 \text{ MT} \\ &= 5.65 \text{ Bcm} : 1 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4.8 Pit limit Penambangan

Pit limit sebagai salah satu kondisi batas dari perhitungan cadangan untuk mengetahui nilai *stripping ratio* yang ekonomis untuk melakukan

penambangan. Cara penentuan *pit limit* dengan memperhitungkan faktor ekonomi. Dalam penentuan *stripping ratio* untuk *pit limit* penambangan adalah menggunakan metode *cross section* dengan pedoman (*the rule of nearest point*) yaitu SR 5.65 dan metode *cross section* dengan pedoman perubahan bertahap (*the rule of gradual change*) yaitu 5.63. Dari kedua pedoman perhitungan estimasi cadangan batubara tersebut, maka akan dimasukkan ke dalam perhitungan ekonomi untuk mengetahui keuntungan dalam perencanaan melakukan penambangan. Adapun penentuan royalty batubara berdasarkan revisi PP No.9 tahun 2012 yaitu untuk kalori batubara > 5,100 – 6,100 adalah 5% dari harga penjualan batubara setiap perusahaan. Komponen biaya berdasarkan estimasi cadangan batubara yang telah diperhitungkan, adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *Stripping ratio* untuk *pit limit* berdasarkan hasil estimasi cadangan menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) yaitu memasukan nilai *stripping ratio* 5.65 kedalam perhitungan ekonomi adalah :

Tabel 7 Komponen Biaya Penambangan

<i>Activities</i>	<i>Unit</i>	<i>Cost</i>	<i>Cost After VAT</i>
<i>OB Removel</i>	\$/BCM	1.98	11.19
<i>Coal Getting</i>	\$/ton	1.000	1.00
<i>Coal Hauling</i>	\$/Ton/km	0.14	6.02
<i>Overhead COGS</i>	\$/ton	2.000	2.00
<i>Barging</i>	\$/ton	5.100	5.10
<i>Transshipment</i>	\$/ton	1.860	1.86
<i>Quality & Analysis</i>	\$/ton	0.300	0.30
<i>General & Admin</i>	\$/ton	3.000	3.00
<i>Royalty</i>	5%	1.65	1.65
<i>Total cost \$</i>			32.12
Harga Jual Batubara	\$ 33/Ton		

Cost After VAT merupakan nilai biaya setelah penambahan jarak ataupun volume dari aktivitas penambangan. Dalam hal ini penambahan biaya dilakukan pada *coal hauling* dengan jarak dari lokasi penambangan ke *stockpile* adalah 43 Km dan *OB removel* yaitu material tanah penutup yang harus disingkirkan yaitu pada SR 5.65. Adapun perhitungan sebagai berikut :

1. *OB Removel* = 1.98 × 5.65
= 11.19 \$
2. *Coal Hauling* = 0.14 × 43
= 6.02 \$

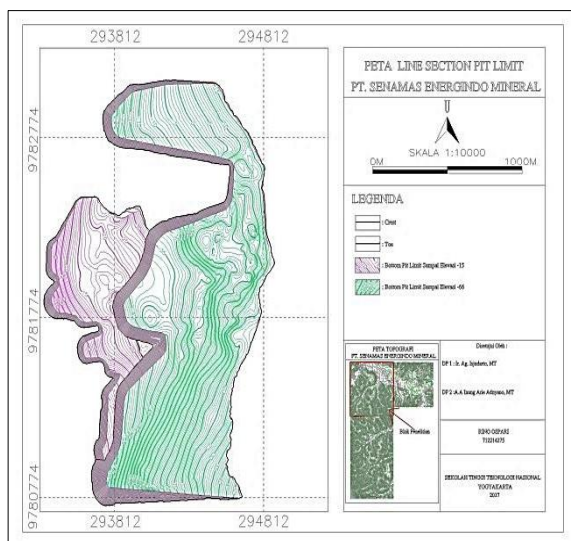
- b. Perhitungan *Striping ratio* untuk *pit limit* berdasarkan hasil estimasi cadangan menggunakan metode *cross section* dengan pedoman *the rule of gradual change* yaitu memasukan nilai *striping ratio* 5.63 kedalam perhitungan ekonomi adalah :

Tabel 8 Komponen Biaya Penambangan

Activities	Unit	Cost	Cost After VAT
OB Removal	\$/BCM	1.98	11.15
Coal Getting	\$/ton	1.000	1.00
Coal Hauling	\$/Ton/km	0.14	6.02
Overhead COGS	\$/ton	2.000	2.00
Barging	\$/ton	5.100	5.10
Transshipment	\$/ton	1.860	1.86
Quality & Analysis	\$/ton	0.300	0.30
General & Admin	\$/ton	3.000	3.00
Royalty	5%	1.81	1.65
Total cost			32.08
Harga Jual Batubara	\$ 33/Ton		

Cost After VAT merupakan nilai biaya setelah penambahan jarak ataupun volume dari aktivitas penambangan. Dalam hal ini penambahan biaya dilakukan pada *coal hauling* dengan jarak dari lokasi penambangan ke *stockpile* adalah 43 Km dan *OB removal* yaitu material tanah penutup yang harus disingkirkan yaitu pada SR 5.63. Adapun perhitungan sebagai berikut :

1. *OB Removal* = 1.981×5.63
= 11.15 \$
2. *Coal Hauling* = 0.14×43
= 6.02 \$



Gambar 1. Peta *Pit Limit* Penambangan

1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tugas akhi ini dengan judul “ *Estimasi Cadangan Batubara Untuk Menentukan Pit Limit Penambangan*” adalah sebagai berikut:

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tugas akhi ini dengan judul “ *Estimasi Cadangan Batubara Untuk Menentukan Pit Limit Penambangan*” adalah sebagai berikut:

1. Dari 6 *seam* yang diperhitungkan total Sumberdaya terukur adalah 18,073,435 MT, terunjuk 8,239,631 MT, tereka 343,743 MT.
2. Hasil perhitungan Estimasi cadangan batubara menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) yaitu diperoleh cadangan batubara 10,790,842 MT, dan volume *waste* 60,997,369 BCM, sedangkan hasil perhitungan estimasi cadangan batubara menggunakan *metode cross section* dengan pedoman perubahan bertahap (*the rule of gradual change*) yaitu diperoleh cadangan batubara 10,486,493 MT, dan volume *waste* 59,002,068 BCM.
3. Nilai nisbah pengupasan (*striping ratio*) menggunakan metode *cross section* dengan pedoman titik terdekat (*the rule of nearest point*) diperoleh sebesar 1 ton batubara : 5.65 BCM *waste* (material yang harus disingkirkan), sedangkan menggunakan *metode cross section* dengan pedoman perubahan bertahap (*the rule of gradual change*) diperoleh sebesar 1 ton batubara : 5.63 BCM *waste* (material yang harus disingkirkan).

Daftar Pustaka

1. Agus, H. 1990. *Teknik Pemboran*. Universitas Negeri Padjajaran Bandung
2. Bemmelen, RW Van. 1949, *The Geology of Indonesian*. Vol II Economic Geology Yhe Haque Nijhoff, Netherland.
3. BSN. 1999. *Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. SNI.
4. Debor, J. 2006. *Tutorial Minescape*. Pama Training Batch 5, PT. Pamapersada Nusantara, Jakarta, 9th – 11th
5. Kurdi, A. 2000. *Diktat Kuliah Batubara I*. Akademi Teknik Pembangunan Nasional, Banjarbaru.

6. Geological Survey Circular 891., *Coal Resource Classification System of the USGS*, USGS 1983
7. Mckelvey,V, E, 1973, *Classification of Mineral Resources and Reserves*, US Geological Survey, New York.
8. Rauf A, (1998), *Perhitungan Cadangan Endapan Mineral*, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta.
9. SNI-5015-2011., Pedoman, Pelaporan, Sumberdaya dan Cadangan Batubara. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
10. 2008, *Lokasi Dan Kesampaian Daerah*, PT. Senamas Energindo Mineral, Pada Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah.
11. 2009, *Laporan Eksplorasi*, PT. Senamas Energindo Mineral, Pada Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah.
12. <https://ahmad-tarmizi.blogspot.co.id/2013/03/formula-harga-batubara.html>
(diakses pada tanggal 10 Juli 2017)
13. <http://jdih.esdm.go.id/peraturan/PerDirjen%20No.%20515.K%20thn%202011.pdf>
(diakses pada tanggal 10 Juli 2017)
14. <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/05/30/persyaratan-produk-dalam-transaksi-batubara/> (diakses tanggal 13 agustus 2017)