

Perancangan (*Design*) Batubara Pit S8 B dengan Nisbah Kupas (*Stripping Ratio*) 7 : 1 di PT. Asta Minindo, Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

¹Beffy Diniati, ²Yuliadi, ³Maryanto

¹*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Taman Sari No. 1 Bandung 40116*

e-mail: ¹beffy07@gmail.com, ²yuliadi_ms@yahoo.com, ³maryanto_geo@yahoo.co.id

Abstract. Due to the newly signed agreement of coal salesmen between PT Asta Minindo and its new partner, the production target has increased significantly to meet the demands. Thus, it is important to plan the mining activities in the western block. But not all of the resources in the western block can be mined due to the economic factors, so need to know the limit of area that will be exploitation, it can be realized in the form of an optimal pit design. Designing PIT in the PT S8 B Asta Minindo performed using computer software from the coal resource to be mined in order to get the optimal design results in a potential area of coal PIT S8 B. Resources obtained from the results of a computer model equals to 2,033,132.52 tons. The parameters required for the design PIT S8 B, including: geometry slope mine, mining limits (pit limit), economical stripping ratio. Based on calculations BESR II (Break Even Stripping Ratio) and the calculation of SR Economical PT Asta Minindo obtained limit economic potential stripping ratio is 7: 1. Therefore, the PIT S8 B design is located in the western part of the IUP of PT Alam Jaya PIT Barapratama with a total depth of 70 meters with total plan area 24,875 hectares and a total aperture design SR 6.98. And based on the optimization of the design, the importance of the coal reserves in the Pit PT S8 B Asta Minindo equals to 528594.2482 tonnes with a volume of overburden equals to 3.731.893,422BCM. With SR 7: 1, it is necessary to extract the 350,000 bcm overburden per month to achieve PT Asta Minindo's production target which is 50.000 ton/month. Thus obtaining the lifespan of the pit itself for about 11 months.

Keywords: Production Targets, SR Economical, Limit Pit, Pit Design.

Abstrak. Telah disepakatinya ikatan kontrak penjualan batubara dengan pihak baru membuat target produksi PT Asta Minindo mengalami peningkatan yang cukup signifikan, sehingga perlu dilakukan perencanaan kegiatan eksploitasi di blok barat, yaitu PIT S8 B. Namun tidak semua sumberdaya di blok barat tersebut dapat dieksploitasi dikarenakan faktor keekonomisan dari batubara nya tersebut, sehingga perlu diketahui limit area yang akan dilakukan eksploitasi yang bisa diwujudkan dalam bentuk suatu rancangan pit yang optimal. Perancangan PIT S8 B di PT Asta Minindo dilakukan dengan menggunakan *software* komputer dari sumberdaya batubara yang akan ditambang sehingga didapat hasil rancangan yang optimal di area potensial batubara PIT S8 B tersebut. Sumberdaya yang didapat dari hasil model komputer sebesar 2.033.132,52 ton. Adapun parameter yang diperlukan untuk merancang PIT S8 B tersebut, diantaranya: geometri lereng tambang, batas penambangan (*pit limit*), nisbah kupas yang ekonomis. Berdasarkan hasil perhitungan BESR II (*Break Even Stripping Ratio*) dan perhitungan SR Ekonomis di PT Asta Minindo diperoleh batas potensial ekonomis nisbah kupas yaitu 7 : 1. Oleh karena itu PIT S8 B yang dirancang berlokasi di bagian Barat IUP PT Alam Jaya Barapratama dengan total kedalaman PIT 70 meter dengan luas bukaan keseluruhan 24,875 Ha dan SR desain 6,98. Dan berdasarkan optimasi desain, maka didapat cadangan batubara pada Pit S8 B PT Asta Minindo adalah 528.594,2482 ton dengan volume *overburden* 3.731.893,422BCM. Target produksi PT Asta Minindo per bulannya adalah sebesar 50.000 ton/ bulan dan dengan SR 7 :1 maka perlu mengupas overburden sebanyak 350.000 bcm/ bulan. Sehingga didapat umur pit S8 B ini selama 11 bulan.

Kata-kata kunci: Target Produksi, SR Ekonomis, Pit Limit, Desain Pit.

A. Pendahuluan

PT Alam Jaya Barapratama selaku pemilik IUP memiliki luasan IUP-OP (Izin usaha Pertambangan Operasi Produksi) seluas 550 Ha (berlaku sampai 2014). Dari 550 Ha tersebut terdiri dari 3 blok penambangan, yaitu blok timur, blok tengah dan blok barat. Namun sampai saat ini hanya blok timur dan blok tengah yang telah dilakukan eksploitasi.

Berdasarkan Informasi dari Perusahaan, target produksi PT Asta Minindo (pemegang kuasa operasional kegiatan penambangan PT Alam Jaya Barapratama) mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan adanya ikatan kontrak penjualan batubara dengan buyer baru. Untuk memenuhi peningkatan target produksi tersebut, maka perlu dilakukan perencanaan kegiatan eksploitasi di blok barat. Namun tidak semua sumberdaya di blok barat tersebut dapat dieksploitasi dikarenakan faktor keekonomisan, sehingga perlu diketahui limit area yang akan dilakukan eksploitasi yang bisa diwujudkan dalam bentuk suatu rancangan pit yang optimal.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

1. Membuat suatu rancangan pit (pit design) dengan SR ekonomis.
2. Mengetahui cadangan tertambang.
3. Mengetahui umur tambang.

B. Landasan Teori

1. Konsep Nisbah Kupas (*Stripping Ratio*)

Pengetahuan jumlah (*kuantitas*) batubara dan jumlah batuan penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan per unit batubara sesuai dengan metoda penambangan merupakan konsep dasar dari Nisbah Kupas (*Stripping Ratio*).

Faktor *rank*, kualitas, nilai kalori dan harga jual menjadi sangat penting dalam perumusan nilai *stripping ratio*. Secara umum, faktor utama untuk penentuan nilai ekonomis *stripping ratio* adalah jumlah cadangan batubara (*marketable*), volume tanah penutup, serta umur tambang.

2. Perancangan Tambang (*Mine Design*)

Rancangan (*design*) adalah penentuan persyaratan, spesifikasi dan kriteria teknik yang rinci dan pasti untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan serta urutan teknis pelaksanaannya.

Suatu perancangan tambang mengacu pada beberapa parameter desain, yaitu :

- a. SR (*Stripping Ratio*) untuk menghitung nilai batas ekonomis dari SR (*Break Even Stripping Ratio/BESR II*) agar mudah mengetahui pada area SR berapa *pit* akan didesain.
- b. Batas penambangan (*pit limit*) untuk menentukan jumlah produksi dan umur serta ekonomi suatu perusahaan tambang.
- c. Geoteknik

Didalam kajian geoteknik untuk perancangan tambang, terdapat beberapa geometri rancangan yang harus sesuai dengan rekomendasi geoteknik, yaitu :

- Tinggi Jenjang, yaitu maksimum tinggi dari jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik sehingga jenjang menjadi stabil/aman.
- Kemiringan Jenjang, yaitu sudut kemiringan jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik. Untuk desain pit bahan

galian batubara, jenjang dibagi kepada 3 jenis jenjang yaitu *lowwall*, *sidewall*, dan *highwall* dengan besar sudut yang berbeda setiap jenisnya.

- Lebar *berm*, yaitu jarak antara kaki jenjang atas (*toe*) dengan kepala jenjang bawah (*crest*) yang didesain pada elevasi yang sama.
- Tinggi Lereng Keseluruhan (*Overall Bench Height*), adalah tinggi total dari jenjang dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).
- Kemiringan Lereng Keseluruhan (*Overall Slope*), adalah sudut total dari jenjang sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).
- Ramp (*Road Access Mining Road*), adalah jalan yang digunakan di dalam daerah pit penambangan (*bench*) dan akan digunakan sesuai dengan kemajuan tambang.

3. Penentuan Cadangan Tertambang

Cadangan tertambang tidak mungkin akan diperoleh 100% dari cadangan insitu, dimana akan terjadi *dilution* sepanjang tahap penambangan. Sebelum mulai menghitung suatu nilai cadangan tertambang, maka ada 2 faktor utama yang harus dikuantifikasi, yaitu :

a. Faktor Pembatas Cadangan Tertambang

Faktor-faktor pembatas suatu cadangan berupa minimum ketebalan lapisan batubara, hal ini berhubungan dengan teknik penambangan dan *stripping ratio*, maksimum ketebalan tanah penutup, hal ini berhubungan dengan nilai *stripping ratio*, maksimum *stripping ratio*, hal ini berhubungan dengan nilai atau tingkat kelayakan penambangan, maksimum kemiringan lapisan batubara, hal ini akan berhubungan dengan teknologi penambangan dan nilai *stripping ratio*, minimum (%) *yield* proses untuk mendapatkan batubara bersih, yaitu kalau diperkirakan akan dilakukan proses pencucian, maksimum kandungan abu, yaitu sesuai dengan standar pasar yang akan dimasuki, maksimum kandungan sulfur, yaitu sesuai dengan standar pasar yang akan dimasuki, batasan alamiah – geografis, yaitu berhubungan dengan batasan-batasan alam yang harus diperhatikan, seperti adanya sungai besar, daerah konservasi alam, atau adanya jalan negara, atau adanya suatu areal tertentu yang tidak mungkin dipindahkan dan batasan alamiah – geologi, yaitu berhubungan dengan batasan-batasan geologi, seperti adanya sesar, intrusi, dan lainnya. Dalam penerapannya, faktor-faktor pembatas tersebut akan menjadi *Pit Limit* dalam penambangan.

b. Faktor *Losses*

Yaitu faktor-faktor kehilangan cadangan akibat tingkat keyakinan geologi maupun akibat teknis penambangan. Baik dari faktor akibat adanya variasi ketebalan, parting maupun pada saat pengkorelasian batubara (*geological losses*), teknis penambangan (*mining losses*) maupun proses pencucian batubara (*processing losses*).

C. Hasil Penelitian

1. Pengumpulan Data

a. Data Topografi

Data topografi PT Asta Minindo didapat dari hasil pemetaan topografi tim *survey* terdahulu yang dilakukan sebelum kegiatan penambangan dimulai. Tim ini memetakan IUP PT Asta Minindo. Pemetaan dilakukan dengan radius tiap titik sejarak ± 10 m. Data-data dari hasil pengukuran pemetaan tersebut berupa koordinat *Easting* (X) dan *Northing* (Y) beserta elevasi dari ketinggian (mdpl) suatu titik pengukuran.

b. Data Hasil Pengeboran Eksplorasi

Berdasarkan kegiatan pemboran eksplorasi di wilayah konsesi penelitian dilakukan pemboran sebanyak 45 titik bor untuk menganalisa lapisan endapan batubara. Data pemboran ini nantinya digunakan untuk pemodelan batubara yang terdiri dari data survey, litologi dan kualitas batubara.

Tabel 1.
Data Survei Hasil Pengeboran PT Asta Minindo

No	Hole Name	Easting	Northing	Elevasi (mdpl)	Depth (m)
1	BR-32	489047	9921969	76	50
2	BR-33	489129	9921896	58	50
3	BR-34	489194	9921846	60	51
4	BR-35	489217	9921771	67	50
5	BR-36	489343	9921700	69	50
6	BR-40	489088	9921858	63	50
7	BR-41	489129	9921769	69	51
8	BR-42	489209	9921703	70	50
9	BR-43	489275	9921631	56	50
10	BR-44	489343	9921566	50	50

Sumber: PT Asta Minindo, 2013.

Tabel 2.
Data Litologi Hasil Pemboran PT Asta Minindo

No.	Hole Name	Seam	Lithology	From (m)	To (m)	Thickness (m)
1	BR_32	5	CO	19.00	19.80	0.80
		6	CO	48.80	50.00	1.20
2	BR_33	6	CO	28.00	29.00	1.00
		W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
3	BR_35	6	CO	19.80	21.00	1.20
		7	CO	49.00	50.00	1.00
4	BR_34	6	CO	26.50	27.70	1.20
5	BR_36	W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
		7	CO	20.40	21.40	1.00
6	BR_40	9	CO	26.00	27.20	1.20
7	BR_41	W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
		6	CO	22.50	23.80	1.30
8	BR_42	W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
		6	CO	6.00	7.20	1.20
9	BR_43	7	CO	36.20	37.00	0.80
		W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
10	BR_44	7	CO	20.90	21.90	1.00
		W	Top Soil	3.00	3.00	0.00
10	BR_44	6	CO	15.25	16.50	1.25

Sumber: PT Asta Minindo, 2013.

Tabel 3.
Kualitas Batubara PT Asta Minindo

No.	Quality Content	Value
1	Gros Calorific Value (adb)	5400
2	Total Moisture (ar)	30
3	Inherent Moisture (adb)	17
4	Ash (adb)	5
5	Total Sulphur (adb)	0.5
6	Volatile Matter (adb)	40
7	Fixed Carbon (adb)	35
8	HGI	45

Sumber: PT Asta Minindo, 2013.

c. Data Permodelan Geologi Batubara

1) Kontur Struktur dan *Subcropline*

Data kontur struktur merupakan data yang didapat dari hasil pengolahan data survey pemboran dan data litologi. Kontur struktur terbagi dari 2 jenis, yang pertama kontur atap (*roof*) dan yang kedua kontur lantai (*floor*). Kontur atap (*roof*) dan kontur lantai (*floor*) dibuat berdasarkan hasil interpretasi elevasi bagian atas masing-masing *seam* batubara dari seluruh data bor. Metode perhitungannya adalah dengan mengurangi elevasi topografi pemboran dengan kedalaman bor sampai ditemukannya *seam* batubara. Sehingga dari perhitungan tersebut dapat dibuat kontur atap (*roof*) dengan menggunakan metode interpolasi 3 (tiga) titik.

Kontur struktur *seam* yang masuk ke area kerja penelitian terdiri dari 5 *seam*, yaitu *seam* 5, 6, 7, 8 dan *seam* 9. Dari data kontur *seam* yang telah ada, maka selanjutnya dapat dibuat *subcropline* dari *seam* tersebut yaitu dengan cara memotong kontur *seam* dengan topo. Sehingga didapatlah suatu garis perpotongan dari pertemuan garis kontur *seam* dan topo tersebut.

2) *Section Seam* Batubara

Untuk pembuatan *section seam* ini hal pertama haruslah membuat garis penampang pada titik-titik lubang bor yang ada di kawasan penelitian. Garis penampang ini dibuat dengan mengikuti arah kemiringan (*dip direction*) batubara tersebut, yaitu ke arah barat daya. Setelah dibuat garis penampang, maka didapat hasil berupa *section model* permodelan geologi batubara. Data permodelan geologi batubara ini diperoleh dari ahli geologi Departemen *Engineering* di PT Asta Minindo.

3) Sumberdaya

Sumberdaya didapat dari hasil model software dengan menggunakan prinsip daerah pengaruh. Blok-blok dibuat per *seam* batubara dengan batasan terbawah *subcropline* masing-masing per *seam* batubara. Disini terdapat 5 model blok yang dapat dibuat, yaitu model blok *seam* 5, 6, 7, 8 dan *seam* 9.

Tabel 4.
Sumberdaya Batubara PT Asta Minindo

No.	Seam	Klasifikasi Sumberdaya	Volume Overburden (BCM)	Tonase Batubara (Ton)
1	Seam 5	Measured	6.205.118,51	134.157,2
		Indicated	2.045.157,94	16.407,66
		Inferred	-	-
2	Seam 6	Measured	12.562.270,18	372.315,2
		Indicated	2.060.330,29	34.899,45
		Inferred	-	-
3	Seam 7	Measured	84.915,11	84.915,11
		Indicated	-	-
		Inferred	-	-
4	Seam 8	Measured	4.698.858,48	176.584,6
		Indicated	2.889.402,8	53.886,81
		Inferred	-	-
5	Seam 9	Measured	15.217.509,702	783.055
		Indicated	3.198.502,247	353.556,25
		Inferred	133.296,735	23.355,242

Sumber: PT. Asta Minindo, 2013.

2. Pengolahan dan Analisis Data

a. Penentuan SR Ekonomis

Untuk menentukan SR ekonomis, terlebih dahulu harus menghitung BESR II. Pada perhitungan BESR II di PT Asta Minindo terdapat beberapa komponen – komponen biaya yang menjadi standar perhitungan BESR di PT Asta Minindo tersebut. Tujuan dari perhitungan BESR II ini mengetahui angka dari nisbah kupas (*stripping ratio*) yang masih ekonomis apabila di tambang. Dari perhitungan tersebut maka akan diketahui luasan area yang potensial dan diharapkan untuk di tambang sehingga dapat dijadikan acuan dalam penentuan *polygon pit limit* dalam rancangan PIT S8 B PT Asta Minindo.

Tabel 5.
Perhitungan BESR II dan SR Ekonomis

No.	Jenis Biaya	Biaya
1	Biaya Penggalian dan Pemuatan Batubara	10,000 Rp/Ton
2	Biaya Pengangkutan Batubara	28,000 Rp/Ton
3	Biaya Operasi Alat Pendukung	5,000 Rp/Ton
4	Biaya Coal Processing Plant	10,000 Rp/Ton
5	Fuel Ratio Dibatasi (0.5)	5,500 Rp/Ton
6	Biaya Reklamasi + K3	5,000 Rp/Ton
7	Biaya Sarana prasarana	5,000 Rp/Ton
8	Biaya Comdev	5,000 Rp/Ton
9	Biaya fee owner	75,000 Rp/Ton
10	Biaya Pelabuhan (Jetty)	36,000 Rp/Ton
11	Biaya Umum, Adm, dan Penjualan	5,000 Rp/Ton
12	Royalty 3 %	10,500 Rp/Ton
13	Total Biaya Produksi	200,000 Rp/Ton
14	Harga Jual batubara	350,000 Rp/Ton
15	Balance	150,000 Rp/Ton
16	Biaya Pengupasan OB	15,000 Rp/BCM
17	BESR	10 BCM/Ton
18	Profit	45,000 Rp/Ton
19	SR Ekonomis	7

Sumber: PT. Asta Minindo, 2013.

b. Optimasi Blok Penambangan

Optimasi Blok *Reserve Grapichs* PT Asta Minindo dibuat pada areal model sumberdaya batubara yang potensial untuk ditambang (dalam hal ini adalah kontur *seam* batubara). Setelah nilai SR (*Stripping Ratio*) dari masing-masing blok diketahui, maka akan memudahkan untuk menentukan *polygon pit limit* yang didasarkan pada perhitungan SR ekonomis. Dari model blok sumberdaya yang telah dibuat maka ditentukan dan dioptimalkan pada SR yang ≤ 7 . Jadi, tidak semua blok sumberdaya dapat ditambang. Pembuatan model blok hanya bisa dilakukan pada seam 5, 6, 7 dan seam 8. Untuk seam 9 tidak bisa dilakukan karena subcropline seam 9 tidak masuk sepenuhnya kedalam IUP.

c. Desain Pit

Pit dirancang per seam batubara yang ada dengan optimasi blok penambangan dengan $SR \leq 7$. Tetapi disini hanya dirancang pit seam 6 dan seam 8 saja. Hal tersebut dikarenakan setelah dirancang pit pada seam 5 maka didapat hasil rancangan luasan pit terlalu kecil dan cadangan yang diperolehpun hanya sebesar 15.236,22 ton. Sehingga untuk seam 5 diputuskan untuk tidak ditambang dahulu.

Sedangkan untuk seam 7 tidak dirancang pit dikarenakan setelah dibuat rancangan pit pada seam 7, ternyata rancangan pit seam 7 ini masih di dalam suatu wilayah yang sama dengan seam 8. Jadi, hanya pit seam 8 saja yang akan dibuka.

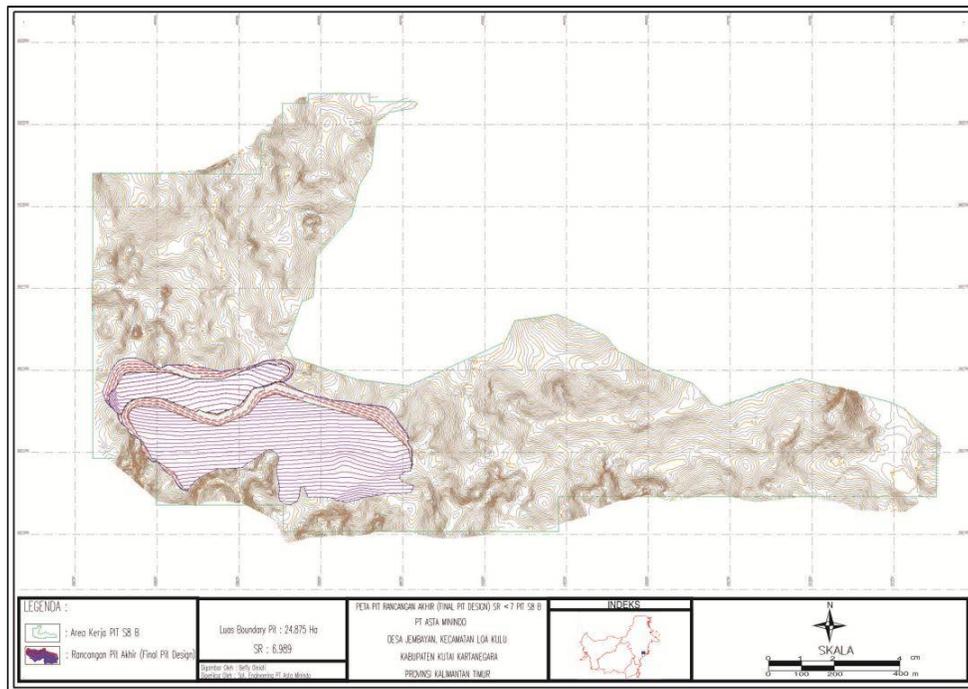
Luasan pit seam 6 seluas 6,428 Ha dan untuk luasan pit seam 8 adalah sebesar 15,928 Ha. Dilakukan penambangan terlebih dahulu pada pit seam 7 dan 8 setelah itu baru dilakukan penambangan pada pit seam 6.

Berdasarkan hasil analisis kemantapan lereng yang direkomendasikan, maka pit di desain dengan tinggi jenjang 10 meter, lebar *berm* 3 meter, kemiringan jenjang dengan *low wall* 30° , *side wall* 60° , *high wall* 60° .

d. Rancangan Pit Akhir (Final Pit Design) Pit S8 B

Rancangan akhir pit yaitu gabungan 2 rancangan pit yang dibuat, yaitu pit seam 6 dan pit seam 8 dengan luasan sebesar 24,875 Ha dengan SR desain 6,98. Kedua pit ini dapat digabung dikarenakan jarak pit yang berdekatan dan ada garis yang sama yang bisa dihubungkan antara 2 pit tersebut. Sehingga, *high wall* pit seam 8 menjadi *low wall* pit seam 6 dan sebaliknya *low wall* pit seam 6 merupakan *high wall* pit seam 8. Pit akhir ini juga telah dirancang dengan jalan (*ramp*) dimana disini jalan dirancang dengan lebar jalan 10,5 m.

Geometri Lereng Akhir Tambang (*Final Pit Slope*) memiliki tinggi lereng keseluruhan (*overall*) 70 meter dan kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*) 50° .



Berdasarkan hasil rancangan Pit S8 B tersebut di dapat hasil cadangan batubara dengan menggunakan bantuan model komputer dan acuan perhitungan cadangan perblok 50 m x 20 m, maka didapat total cadangan tertambang dari rancangan PIT S8 B, yaitu sebesar 533.933,970 ton batubara dan volume *overburden* 3.731.893,422 BCM.

Tabel 6.
Cadangan Total Pit S8 B PT Asta Minindo

No.	Seam	Overburden (BCM)	Batubara (Ton)
1.	Seam 5	7.515,22	2.647,469
2.	Seam 6	817.721,241	109.980,955
3.	Seam 7	1.673.313,68	192.384,697
4.	Seam 8	1.210.280,731	228.920,463
5.	Unassigned	11.501,019	-
6.	Total	3.708.830.,872	533.933,584

Namun, total cadangan terdapat diatas belum dikurangi dengan faktor losses pada saat kegiatan pengangkutan dan pencucian. Diasumsikan faktor losses sebesar 1%, maka total cadangan tertambang adalah sebesar 528.594,2482 ton batubara. Cadangan batubara yang diperoleh tidak sebanyak dari sumberdaya yang dihitung dikarenakan yang hanya didesain pit untuk ditambang hanya seam 6, 7 dan 8 saja, untuk seam 5 dan seam 9 tidak ditambang terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil cadangan tertambang diatas dan target produksi yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar 50.000 Ton Batubara/bulan, maka umur tambang di daerah penelitian adalah 11 bulan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Asta Minindo, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan sumberdaya didapat total sumberdaya pada lokasi penelitian sebesar 2.033.132,52 ton.
2. Hasil perhitungan BESR II, maka diperoleh SR ekonomi adalah $SR > 7$.
3. PIT S8 B berlokasi di bagian barat IUP PT. Asta Minindo dengan total kedalaman PIT 70 meter dan luas bukaan keseluruhan 24,875 Ha.
4. Cadangan batubara tertambang berdasarkan hasil rancangan Pit S8 B adalah sebesar 533.933,970 ton dengan volume *overburden* 3.731.893,422 BCM dengan SR desain 6,98. Sedangkan total cadangan tertambang keseluruhan setelah dikurangi dengan faktor losses 1% adalah sebesar 528.594, 2482 ton batubara.
5. Berdasarkan target produksi yang ditetapkan perusahaan sebesar 50.000 ton batubara/bulan, maka didapat umur tambang mencapai 11 bulan.

Daftar Pustaka

- Franklin J. Stermole, 1990, “*Economic Evaluation and Investment Decision Methods*”, by Investment Evaluations Corporation, Colorado, USA.
- Hartman, H.L., 1987, “*Introductory Mining Engineering*”, John Wiley & Sons, Singapore.
- Maryanto,Ssi.,MT, 2010, “*Evaluasi dan Optimasi Cadangan Batubara*”, Universitas Islam Bandung, Bandung
- Maryanto,Ssi.,MT, 2010, “*Pengantar Perencanaan Tambang Presentation*”, Universitas Islam Bandung, Bandung
- Maryanto, Ssi.,MT, 2010, “*Perencanaan dan Perancangan Tambang Presentation*”, Universitas Islam Bandung, Bandung
- Maryanto,Ssi.,MT, 2010, “*Perhitungan dan Analisis Biaya Tambang Terbuka*”, Universitas Islam Bandung, Bandung
- SNI 13-6011-1999, 1999, “*Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*”, BSN.
- Stone, John G., Dunn, Peter G., 1994, “*Ore Reserve Estimates in The World*”, Society of Economics Geologist Special Publication Number 3.
- Wellmer, Friedrich Wilhem, 1986, “*Economic Evaluation in Exploration*”, *Second Edition*, Germany.
- William Hustrulid and Mark Kuchta, 1995, “*Open Pit Mine Planning & Design*”, Vol I, A.A. Balkema/ Rotterdam/Brockfield.