

**KAJIAN PENENTUAN BATASAN PENAMBANGAN BERDASARKAN  
CADANGAN TERTAMBANG IN SITU DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE BLOK MODEL PADA CV. PRIMA MANDIRI  
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Oleh :  
**Sujiman<sup>1</sup> dan Nuryanto<sup>2</sup>**

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui cadangan tertambang in situ (*Mineable In Situ Reserves*), mengetahui perhitungan produktivitas *ob removal* dan biaya operasi penambangan *overburden* per bcm.

Metode yang digunakan pada penelitian adalah dengan mengambil data, baik data primer maupun data sekunder. Data primer dalam penelitian adalah data topografi, pemboran menggunakan *power rig* dengan metode *touchcorring* untuk dapat mengambil sample batubara pada titik – titik tertentu untuk analisa kualitas, *cycle time* alat gali muat dan angkut dengan pola *single back up*. Sedangkan untuk data sekunder adalah data yang berhubungan kualitas batubara, geometri jenjang, data ijin usaha pertambangan, data topografi, pemboran dan waktu kerja pada CV. Prima Mandiri.

Hasil perhitungan cadangan tertambang in situ menggunakan metode blok model dengan ukuran dimensi blok 1,25 x 1,25 x 1,25 meter, hasilnya adalah 143.342 m<sup>3</sup> untuk *volume overburden* dan untuk *volume* batubara 25.059 m<sup>3</sup>, dengan density batubara sebesar 1,3 dan faktor geology *losses* dan *mining* sebesar 0.88 persen maka *volume* batubara menjadi 28.667,496 MT dan *Stripping ratio* (*SR*) 5 : 1. Untuk produktivitasnya alat gali – muat adalah sebesar 70.700,91 bcm/bulan dapat mencapai target produksi sebesar 69.750 bcm/bulan, sedangkan untuk alat angkut produktivitasnya sebesar 52.530,07 bcm/bulan sehingga target produksi tidak tercapai. Berdasarkan produksi sebesar 1.751 Bcm/Hari atau 52.530,07 Bcm/Bulan diperoleh biaya operasi sebesar Rp. 934.963.573 dengan nilai per bcm sebesar 1.35 *dollar* per bcm.

**Kata Kunci** : Cadangan Tertambang, *Stripping Ratio*, Produktivitas Alat Gali – Muat dan Angkut, Biaya Operasi Per Bcm.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

CV. Prima Mandiri merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di sektor Pertambangan Batubara di desa Dondang, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara, yang dalam aktenya bergerak dalam bidang usaha pertambangan skala kecil, memberanikan diri ikut terjun mengembangkan peluang usaha dalam bidang Pertambangan, sesuai dengan Ijin Usaha Pertambangan Operasi Produksi yang telah dimiliki dengan Nomor :

---

<sup>1.</sup> Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

<sup>2.</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

540/040/IUP-OP/MB-PBAT/XII/2013 tanggal 20 Desember 2013 tentang pemberian Ijin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi (OP), dengan luas wilayah sebesar 248,4 Ha.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan kajian penentuan batasan penambangan (*pit limit*) yang merupakan suatu tahapan yang penting dalam pelaksanaan kegiatan penambangan. Untuk dapat mencapai tujuan, maka penetapan batasan penambangan ini diperlukan agar dapat memprediksi cadangan batubara, target produksi yang ingin dicapai dan besarnya biaya operasi pengupasan tanah penutup yang potensial, agar dapat dikembangkan menjadi lokasi penambangan pada *pit E*. Dasar dari perhitungan cadangan tertambang *in situ* yang menjadi faktor pembatasnya adalah ketebalan minimum batubara, ketebalan lapisan tanah penutup, kualitas batubara yang sesuai dengan spesifikasi penjualan, kedalaman maksimum perencanaan disesuaikan dengan kondisi alat yang ada, metode penambangan, nisbah pengupasan dan biaya operasi saat ini. an.

### Tujuan Penelitian

- Mengetahui perhitungan cadangan tertambang (*Mineable In Situ Reserves*).
- Mengetahui perhitungan *ob removal* pada pelaksanaan kegiatan penambangan di *pit E*.
- Mengetahui biaya operasi per bcm *overburden* berdasarkan perhitungan *ob removal*.

### Lokasi Penelitian

Secara administrasi daerah CV. Prima Mandiri berada di daerah Desa Dondang Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur.

### Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur, Tahap ini merupakan awal dari kegiatan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap ini dilakukan studi pustaka atau mencari referensi berupa buku-buku, jurnal-jurnal, informasi-informasi serta laporan-laporan sebagai pendukung kegiatan penelitian yang bersifat teoritis.
2. Observasi lapangan, yaitu dengan cara peninjauan dan pengamatan langsung ke lapangan terhadap obyek kajian yang sedang berlangsung yang berkaitan dengan penentuan batasan penambangan (*Pit Limit*).
3. Pengambilan data :
  - a. Data primer yaitu pengambilan data secara langsung dilapangan seperti:
    - Dokumentasi situasi lapangan
    - Pemetaan topografi original
    - Kegiatan pemboran
    - Jenis alat gali muat dan angkut yang digunakan
    - *Cycle time* pada alat gali muat dan angkut
  - b. Data sekunder yaitu pengambilan data tanpa secara langsung kelapangan seperti ;
    - Data batas ijin usaha pertambangan operasi produksi

- Data geologi regional
  - Data topografi dan situasi setempat
  - Data pemboran
  - Data geometri jenjang
  - Jenis alat *supporting* yang digunakan
  - Waktu kerja CV. Prima Mandiri
4. Pengolahan data dan kajian data
    - a. menghitung cadangan tertambang in situ dengan metode blok model berdasarkan *Australian Code Reporting Identified Coal Resources And Reserves*, 1996.
    - b. Menghitung produktivitas alat pengupasan *overburden*.
    - c. Menghitung total biaya kegiatan *ob removal bcm/dollar*.
  5. Pembuatan draft skripsi
  6. Presentasi/seminar hasil penelitian.

## DASAR TEORI

### Klasifikasi Cadangan Batubara

Klasifikasi sumberdaya dan cadangan yang perlu diketahui berdasarkan standar *Australian Code for Reporting Identified Coal Resources and Reserves, 1996*, yaitu:

#### 1. Cadangan Tertambang In Situ (*Mineable In Situ Reserves*)

Cadangan tertambang in situ dari sumberdaya terukur atau terunjuk yang dapat ditambang atas pertimbangan lingkungan, peraturan pemerintah dan teknologi yang digunakan saat ini. Sebelum mulai menghitung suatu nilai cadangan tertambang, maka ada 2 (dua) faktor utama yang harus dikuantifikasi, yaitu Faktor Pembatas Cadangan dan Faktor *Losses* adalah:

- a. Faktor-faktor pembatas suatu cadangan
  - Ketebalan minimum lapisan batubara yang dapat diambil kurang dari 1,5 meter dan batubara yang lebih besar dari 1,5 meter (batasan ini mungkin lebih besar untuk *brown coal*  $\pm$  3 meter). Normalnya minimum untuk batubara didasarkan dari *splits*  $\pm$  0,3 meter.
  - Ketebalan lapisan tanah penutup (*Overburden*) berdasarkan hasil dari perbandingan tonnes batubara yang disesuaikan dengan perencanaan.
  - Kualitas batubara yang sesuai dengan spesifikasi penjualan
  - Kedalaman maksimum perencanaan disesuaikan dengan kondisi alat yang ada
  - Metode penambangan, menggunakan metode Open Pit atau Underground Mining
  - Nisbah pengupasan atau stripping ratio atas penambangan harga jual batubara dan biaya operasi saat ini
- b. Faktor *Losses*

Yaitu faktor - faktor kehilangan cadangan akibat tingkat keyakinan geologi maupun akibat teknis penambangan. Beberapa faktor *losses* adalah :

  - *Geological Losses*, yaitu faktor kehilangan akibat adanya variasi ketebalan, parting, maupun pada saat pengkorelasian lapisan batubara.

- Mining Losses, yaitu faktor kehilangan akibat teknis penambangan, seperti faktor alat, faktor safety, dll.
- Processing Losses, yaitu faktor kehilangan (recovery/yield) akibat diterapkannya metoda pencucian batubara atau kehilangan pada proses lanjut di Stockpile.

Faktor-faktor pembatas pada umumnya sudah cukup jelas dalam penerapannya, faktor - faktor pembatas tersebut akan menjadi *Pit Limit* dalam panambangan. Sedangkan faktor - faktor *losses* diterapkan pada saat proses perhitungan cadangan, dan dapat dikuantifikasi besar nilai *losses* tersebut. Berikut akan dijelaskan contoh cara pengkuantifikasian faktor *losses* tersebut :

i. *Geological Losses*

- *Biasanya* untuk kemudahan, langsung diambil nilai umum yaitu 5 - 10%.
- Namun dapat juga dengan memperhatikan pola variasi ketebalan batubara, yaitu dengan bantuan analisis statistik.

Parameter statistik yang dapat digunakan adalah :

- standard deviasi,
- koefisien variasi, atau standard error

ii. *Mining Losses*

Secara umum, untuk metoda *Strip Mining* digunakan *mining losses* sebesar 10%, sedangkan untuk tambang bawah tanah digunakan *mining losses* sebesar 40-50% yaitu (metoda *Long Wall* mempunyai *Recovery* 60-70%, metoda *Room and Pillar* mempunyai *Recovery* 50-60%), untuk *auger mining* digunakan *mining losses* sebesar 60-70% atau *Recovery* 30-40% sesuai dengan spesifikasi peralatannya). Untuk metoda *Strip Mining (open pit)*, kadang-kadang juga digunakan pendekatan ketebalan lapisan yang akan ditinggalkan, yaitu 10 cm pada *roof* dan 10 cm pada *floor*. Jika ketebalan lapisan hanya 1 m, maka *Mining Losses* = 20%., sedangkan jika ketebalan lapisan adalah 2 m maka *Mining Losses* = 10%., dan jika ketebalan lapisan adalah 5 m maka *Mining Losses* = 4%. **Processing Losses (yield)**, sangat tergantung pada hasil uji ketercucian (*washability test*), dimana harga perolehan (*yield*) ditentukan dari hasil uji tersebut

**2. Cadangan Terperoleh (*Recoverable Reserves*)**

Cadangan batubara dari *mineable reserves* yang pasti tertambang atas dasar perhitungan biaya operasi penambangan yang ditetapkan saat ini serta telah memperhitungkan faktor prosentase perolehan penambangan.

**3. Cadangan Terpasarkan (*Marketable Reserves*)**

Cadangan batubara dari *recoverable reserves* yang dapat dijual atas perhitungan *Run Of Mine* (ROM), *coal blending* dan kualitas batubara.

Dasar perhitungan *marketable reserves* adalah :

**Data Perhitungan Cadangan Batubara**

Dr. Ir. Irwandy Arif, M.Sc dan Ir. Gatut S. Adisoma, Ph.D, ITB (2002) Data-data dasar yang digunakan dalam perhitungan cadangan pada umumnya terdiri dari 3 bagian yaitu :

1. Data Geologi Umum

Data geologi umum diperlukan untuk memastikan adanya gejala-gejala bentuk geologi yang menyebabkan perubahan bentuk (deformasi) pada batuan.

Data yang diperlukan meliputi ; keadaan endapan, keadaan geologi, struktur geologi, pemetaan geologi dan stratigrafi.

### 2. Data Pemboran dan Singkapan Batubara

Data pemboran digunakan sebagai penyebaran titik bor meliputi ; koordinat titik bor, elevasi titik bor batubara (*roof* dan *floor*), sudut kemiringan (jika melakukan bor miring), deskripsi jenis batuan dan kedalaman batubara, serta data *log bor* yang terutama menunjukkan posisi kedalaman.

### 3. Peta Topografi

Peta topografi bermanfaat untuk mengetahui variasi topografi setempat, situasi bentangan, kemiringan lereng awal, ketinggian suatu tempat dan arah suatu tempat.

## **Batasan Rancangan *Pit* Penambangan**

### ***Pit Limit***

Dr. Ir. Irwandy Arif, M.Sc dan Ir. Gatut S. Adisoma, Ph.D, ITB (2002), Penentuan *pit limit* ini diperlukan untuk dapat memprediksikan suatu areal penambangan yang potensial untuk nantinya akan dikembangkan menjadi suatu lokasi *pit* penambangan. Dengan mengetahui *pit limit*, maka optimasi cadangan batubara dapat dilakukan pada areal yang terbatas, yaitu areal yang telah dapat diprioritaskan sebagai nilai ekonomis.

### ***Stripping Ratio***

Dr. Ir. Irwandy Arif, M.Sc dan Ir. Gatut S. Adisoma, Ph.D, ITB (2002) Secara umum, *stripping ratio* (SR) didefinisikan sebagai perbandingan jumlah volume tanah penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan satu ton batubara

## **Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produksi**

Ir. Partanto Prodjosomanto (1993) Produksi alat muat dan alat angkut dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya dilapangan, adapun faktor – faktor yang mempengaruhi produksi alat muat dan angkut adalah Waktu Edar (*cykel time*)

Waktu edar adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi.

### **Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)**

Ir. Partanto Prodjosomanto (1993) Secara teoritis produksi alat muat haruslah sama dengan produksi alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat muat mempunyai nilai 1. Untuk menghitung *match factor* (MF) dapat dirumuskan sebagai berikut :

### Perkiraan Produksi Peralatan

Ir. Partanto Prodjosomanto (1993) Secara umum perhitungan untuk memperkirakan produksi alat mekanis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = C \times \frac{\text{jumlah trip}}{\text{jam}} \times E \times F \times Sf$$

Keterangan :

P = Produksi alat (BCM/jam)

C = Kapasitas alat ( $m^3$ )

Trip per jam =  $\left( \frac{60}{Ct} \right)$

Ct = *Cycle time* (menit)

E = Effisiensi kerja (%)

F = Faktor pengisian (%)

Sf = *Swell factor*

### Pengolahan Data Statistik

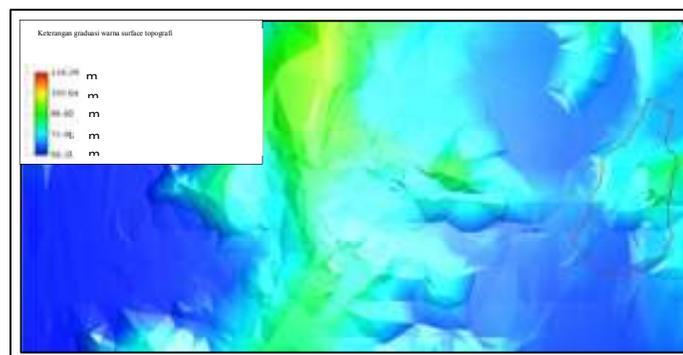
Bambang (1994) Metode statistik merupakan suatu ilmu pengetahuan yang meliputi segala metode guna mengumpulkan, mengolah, menyederhanakan, menyajikan dan menganalisa data kuantitatif agar dapat memberi gambaran yang teratur tentang suatu peristiwa.

Statistika dibagi menjadi atas dua bagian menurut tingkat pekerjaan yang dilakukan dengan metode – metode yang di sediakan oleh setiap bagian itu, bagian – bagian itu adalah statistika deskriptif dan statistika induktif (inferensia statistika). Pengolahan data untuk memperoleh nilai rata – rata dari data yang diperoleh dilapangan menggunakan metode statistik “distribusi frekuensi” secara interval kelas.

## HASIL PENELITIAN

### Surface Topografi

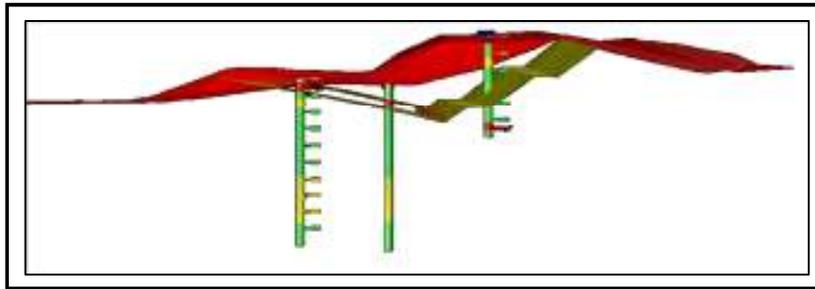
Surface topografi mengintepretasikan keadaan / rona permukaan suatu daerah, sebagai acuan awal untuk menentukan rencana awal pemboran, dan situasi setempat. Data *surface* topografi ini berpengaruh besar terhadap hasil untuk perhitungan volume *overburden* dan penentuan untuk *stripping ratio*.



Gambar 1. *Surface* Topografi

### Korelasi Pemboran

Hasil korelasi dari data pemboran eksplorasi daerah penelitian, dapat disimpulkan, pada rencana *pit* E CV. Prima Mandiri terdapat 1 seam yaitu *seam* E, hanya saja belum diketahui arah kemenerusan batubara di karena kan data – data pemboran yang kurang detail.



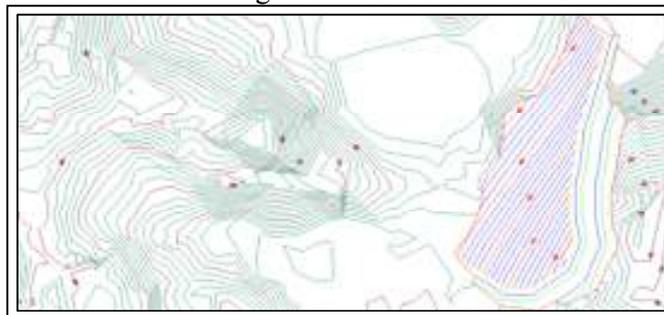
Gambar 2. Korelasi Bor Searah *Dip*

### *Geological Data Base*

*Geological data base* adalah bagian dari surpac untuk menyimpan data – data geologi hasil dari pemboran. Data – data disimpan dalam bentuk koordinat, kedalaman, ketebalan litologi dan litologi batuanannya. Data berupa tabel – tabel dan disimpan dalam format *csv*, *geological data base* terdiri dari 3 bagian utama yaitu *collar*, *survey* dan *geology*.

### *Roof Batubara*

*Roof* batubara mengintepretasi permukaan batubara sebagai batas antara tanah penutup dan bagian paling atas batubara yang digunakan untuk menghitung volume overburden. Bagian *roof* digambarkan kedalam peta kontur batubara yang menggambarkan arah dan kemiringan batubara dalam elevasi kontur.



Gambar 3. Kontur Struktur Batubara *Pit* E

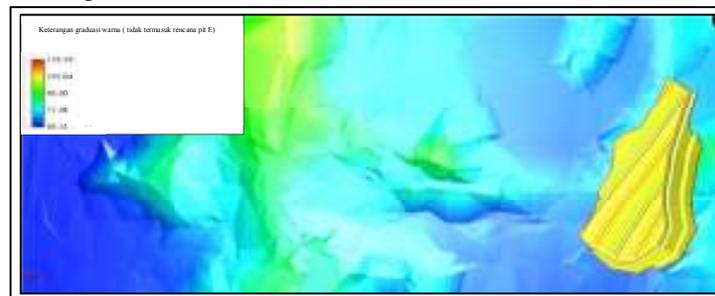
*Intersection* surface topografi dan *roof* batubara dapat menghasilkan *cropline*. Pada kenyataanya di lapangan, *cropline* jarang ditemui di sebabkan di daerah penelitian merupakan daerah tropis yang tingkat erosinya tinggi, jadi sudah tertutup tanah lapukan (*soil*). Yang ada hanyalah *sub cropline* yang berkisar 2 – 4 meter.

### Floor Batubara

Floor batubara adalah merupakan bagian permukaan batubara yang paling bawah dari bagian *roof* batubara, sebagai batas untuk ketebalan batubara. Bagian *roof* dan *floor* digunakan untuk menghitung jumlah volume batubara. *Gabungan antara topografi, roof, dan floor* yang dikalikan dengan berat jenis batubara dan *recovery* faktor merupakan perhitungan cadangan untuk menghasilkan kontur iso-sr.

### Jenjang Penambangan

Jenjang penambangan ini digunakan sebagai batas aman untuk melakukan kegiatan penambangan berdasarkan faktor teknis dari geoteknya dan nilai ekonomis yang direncanakan yaitu pada *stripping ratio* 5 : 1. Berdasarkan kajian geotek yang telah dilakukan oleh konsultan geotek sebelumnya, yaitu menggunakan *slope* lereng untuk *overall* nya  $48^\circ$  dan untuk *slope* tunggal 45, tinggi lereng 5 – 10 meter, berm 5 meter dan tinggi lereng keseluruhan adalah 21.5 meter dengan faktor keamanan  $\geq 1.3$ .



Gambar 4. Desain *pit E*

### Faktor Pembatas Perhitungan Cadangan Tertambang *In Situ*

Dasar dari perhitungan cadangan tertambang *in situ* yang menjadi faktor pembatas untuk perhitungan cadangan tertambang ini sendiri adalah :

1. Ketebalan minimum lapisan batubara  
Berdasarkan hasil korelasi yang dilakukan terdapat 1 *seam* pada *pit E* yaitu *seam E* yang memiliki ketebalan antara 2,50 – 2,93 meter, sehingga berdasarkan dari syarat ketebalan minimum adalah  $\pm 1,5$  meter untuk batubara lignit (*brown coal*) dan berdasarkan splits nya  $\pm 0,3$  meter.
2. Ketebalan lapisan penutup  
Untuk ketebalan tanah penutup ini sendiri berdasarkan hasil dari perhitungan cadangan dengan menggunakan metode blok model total volume tanah penutup 143.342 bcm.
3. Kualitas batubara yang sesuai dengan spesifikasi penjualan  
Hasil analisa batubara dari kegiatan pemboran diketahui nilai kalori 4262 – 4381 kcal/kg, kandungan abu (*ash*) 11.08 -12.43% adb dan total Sulfur 0.22 – 0.27 % adb. Sehingga batubara masih layak untuk dilakukan kegiatan penambangan dengan *stripping ratio* yang telah ditentukan oleh CV. Prima Mandiri yaitu 5 : 1.
4. Kedalaman maksimum penambangan

Untuk kedalaman penambangan ini sendiri disesuaikan dengan alat yang digunakan dan luas area pit adalah 1.96 Ha dengan spesifikasi alat mekanis gali muat komatsu PC 300, sedangkan untuk alat angkutnya menggunakan tiga unit dump truck Nissan CWB 45 dengan rencana kedalaman penambangan 21,5 meter dari elevasi permukaan 71.57 meter berdasarkan kajian geotek, perhitungan cadangan dan kualitas batubara.

5. Metode penambangan  
Metode penambangan yang digunakan adalah metode *open pit*.
6. Nisbah kupas dan biaya operasi  
Dari beberapa faktor pembatas diatas maka diketahui batasan penambangan yaitu pada *stripping ratio* 5 : 1 dengan biaya operasi berdasarkan spesifikasi alat – alat mekanis yang digunakan dan mencapai target adalah sebesar 1,35 *dollar* per bcm.

### Perhitungan Cadangan

Perhitungan cadangan ini dilakukan dengan menggunakan metode blok model 3D, untuk prosedur kerja blok model adalah menentukan batas endapan yang dipilih antara lain penentuan batas dari blok, pengukuran dan koreksi area dari blok, perhitungan nilai rata-rata dari parameter, dan komponen perhitungan cadangan yang berguna untuk model endapan pada *seam* E. Pada konsep *block model* dilakukan dengan melihat ruang bangun pada blok tersebut, dimensi blok yang digunakan 1,25 x 1,25 x 125, artinya sisi pada blok tersebut x untuk 1,25 m, y untuk 1,25 m, dan z untuk 1,25 m, ukuran blok tersebut dapat menentukan luasan volume tiap model blok tersebut yang telah disesuaikan pada model *seam* E., adapun hasil perhitungan *block model* 3D

Tabel 1. Pengisian Deskripsi Basisdata *Block Model* 3D *Seam* E

1.25 m x 1.25 m x 1.25 m block size (Ukuran Dimensi Block)
Y Max 9916222.84, Y Min 9913312.84
X Max 525793.7, X Min 524403.7
Z Max 119.655, Z Min 44.655
Jumlah block 240406

Hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan jumlah *vol\_coal* sebesar **25.059 m<sup>3</sup>** yang kemudian untuk mendapatkan tonase *coal* dikalikan dengan densitas batubara **1,3 Ton/m<sup>3</sup>**, dan dikalikan dengan faktor *geology* dan *mining* **0.88** maka *seam* E memiliki cadangan sebesar **28.667,496 MT**. Perolehan besarnya *volume* keseluruhan sebesar **168.400 m<sup>3</sup>** dan kemudian volume tersebut dikurangi dengan *volume* batubara sebesar **25.059 m<sup>3</sup>** sehingga perolehan *volume overburden* sebesar **143.342 m<sup>3</sup>**. Dari hasil di atas didapat perolehan besarnya perhitungan SR (*Stripping Ratio*) adalah sebesar **5 : 1**.

**Faktor Kehilangan**

Perhitungan cadangan pada penelitian ini menggunakan dua faktor kehilangan atau *losses*, yaitu *geological losses* dan *mining losses*.

**Geological losses**

Pada kegiatan penelitian ini, menentukan nilai *geological losses* menggunakan metode statistik yaitu standar deviasi (simpangan baku), koefisien variasi dan standar *error* dengan menggunakan data ketebalan batubara dari hasil bor sebanyak 13 titik.

Tabel 2. Data Ketebalan Batubara

No	Interval Kelas		Frekuensi	Median	fm	Rata - Rata Observasi (μ)	m-μ	(m-μ) <sup>2</sup>	(m-μ) <sup>2</sup> .f	δ	$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$	ΣP	Probabilitas (P)	Rata - Rata Yang Dibandingkan
	(l)	(u)	(f)	(m)										
											0			
1	2.50	2.59	9	2.55	22.91	2.61	-0.06	0.00	0.04	0.12	-0.15	0.4404	0.44	1.12
2	2.59	2.68	2	2.64	5.28		0.03	0.00	0.00		0.61	0.7291	0.29	0.76
3	2.68	2.78	0	2.73	0.00		0.12	0.01	0.00		1.37	0.9147	0.19	0.51
4	2.78	2.87	1	2.82	2.82		0.21	0.05	0.05		2.13	0.9834	0.07	0.19
5	2.87	2.96	1	2.91	2.91		0.30	0.09	0.09		2.89	0.9981	0.01	0.04
			13		33.93				0.18		Ketebalan Rata - Rata		2.63	

$$K = 1 + 3,3 \log 13 = 5$$

$$K = \frac{(2,93 - 2,50)}{5} = 0,09$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.18}{13-1}} = \sqrt{0,015} = 0,12$$

Dari data diatas kemudian dicari standar deviasinya dengan menggunakan rumus seperti diatas ini dan didapatkan standar deviasi sebesar 0,12.

Standar deviasi disini digunakan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan nilai data dari nilai rata-rata keseluruhan data. Hal ini berguna untuk mengetahui seberapa bervariasi data-data ketebalan batubara yang digunakan untuk memperoleh nilai *geological losses*. Kemudian dengan menggunakan standar *error* akan diukur seberapa tepat nilai *mean* (rata-rata) yang diperoleh dari data-data yang ada seperti perhitungan dibawah ini dan diperoleh standar *error*nya sebesar 0,03. Dengan kata lain standar *error* ini mencerminkan keakuratan data yang kita pilih terhadap populasinya. semakin kecil nilai standar *error* semakin mengindikasikan bahwa data yang digunakan bagus atau cukup mewakili populasi yang sedang diteliti dan sebaliknya, sehingga nilai standar *error* akan mengecil saat jumlah data yang digunakan dalam perhitungan diperbanyak.

$$\text{Standar Error} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\sqrt{n}} = \frac{0,12}{\sqrt{13}} = 0,03$$

Dari nilai standar *error* yang mendekati nilai 0 menyatakan bahwa data-data yang digunakan sudah dapat mewakili. Koefisien variasi merupakan suatu ukuran variansi yang dapat digunakan untuk membandingkan suatu distribusi data yang mempunyai satuan yang berbeda. Jika ingin membandingkan berbagai variansi atau dua variabel yang mempunyai satuan yang berbeda maka tidak dapat dilakukan dengan menghitung ukuran penyebaran yang sifatnya absolut. Sehingga

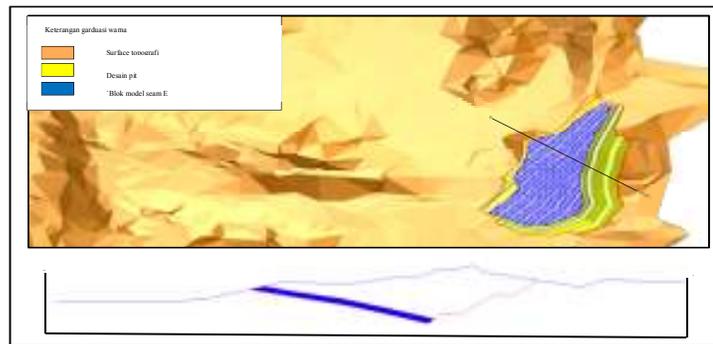
untuk mendapatkan nilai *geological losses* digunakan rumus koefisien variasi seperti dibawah ini dan diperoleh nilai *geological losses* sebesar 4,6 %.

$$KV = \frac{s}{x} \times 100\% = \frac{0,12}{2,63} \times 100\% = 4,6 \%$$

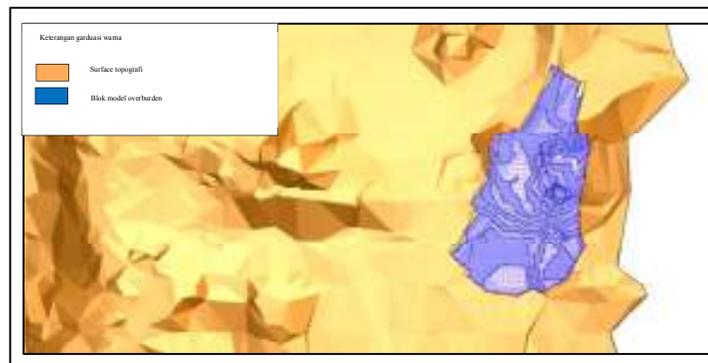
### ***Mining losses***

*Mining losses* pada kegiatan penelitian ini menggunakan pendekatan ketebalan lapisan yang akan ditinggalkan, yaitu 10 cm pada *roof* dan 10 cm pada *floor*. Ketebalan lapisan pada *seam* E yaitu 2,43 m, maka *mining losses* 7,6 %.

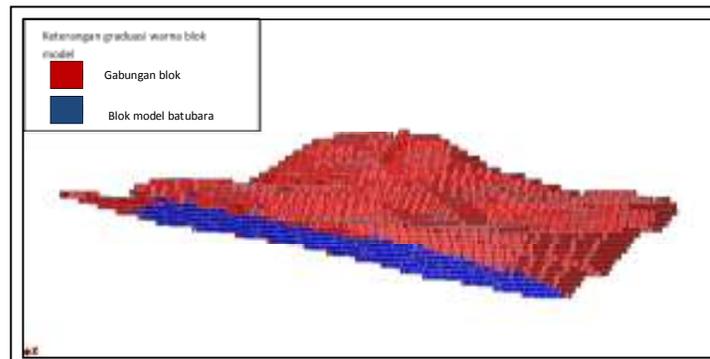
$$Mining\ Losses = \frac{0,20}{2,63} \times 100\% = 7,6 \%$$



Gambar 6. *Block Model 3D Batubara Pit E*



Gambar 7. *Block Model 3D Overburden Pit E*



Gambar 8. *Block Model 3D Gabungan Material batubara, Topografi dan Desain Pit E*

### **Produksi Didasarkan Pada Alat Angkut**

Berdasarkan target produksi pengupasan tanah penutup yang ingin dicapai CV. Prima Mandiri adalah sebesar 2.325 bcm/hari atau 69.750 bcm/bulan. Tetapi produksi didasarkan pada alat angkut yang dapat tercapai adalah sebesar 1.751 bcm/hari atau 52.530,07 bcm/bulan, jadi kekuarangan produksi alat angkut sebesar 574 bcm/hari atau 17.219,93 bcm/bulan sehingga target produksi tidak dapat tercapai.

### **Biaya Operasi Penambangan Per Bcm *Overburden***

Biaya operasi penambangan berdasarkan pada waktu atau lamanya kerja alat, dengan biaya operasi untuk tiap – tiap alat yang telah ditentukan dalam *dollar* per jam. Waktu atau lamanya jam kerja alat, didasarkan pada perbandingan jumlah material yang akan dipindahkan terhadap kemampuan produksi dari tiap – tiap unit alat. Dalam penambangan batubara di *pit E* ini, biaya operasi yang dihitung dalam penelitian ini adalah biaya pengupasan *overburden* dollar per bcm.

Berdasarkan produksi yang didasarkan pada alat angkut dengan produksi sebesar 52.530,07 bcm/bulan dengan biaya operasi sebesar Rp. 934.963.573 maka diketahui biaya per bcmnya sebesar 1,35 bcm per *dollar*. Dari biaya operasi tersebut sudah termasuk biaya sewa alat, gaji operator dan perbaikan alat. Perhitungan biaya per bcm *overburden* sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = \text{TB}/\text{TM}$$

Dimana :

$$\text{TB} = \text{Total Biaya}$$

$$\text{TM} = \text{Total } \textit{overburden}$$

$$\text{TB} = \text{Rp. } 934.963.573$$

$$\text{TM} = 52.530,07 \text{ bcm}$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 934.963.573 / 52.530,07 \text{ (bcm)}$$

$$= \text{Rp. } 17.799 \text{ Per bcm } \textit{overburden}$$

$$= \text{Rp. } 17.799 / \text{Rp. } 13.152 \text{ (Kurs } \textit{dollar} \text{)}$$

$$= \$ 1,35 \text{ per bcm } \textit{overburden}$$

### KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan *volume* batubara dan *overburden* dengan menggunakan metode blok model dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *surpac* diperoleh *volume* batubara sebesar 28.667,496 MT dan *volume overburden* sebesar 143.342 BCM, dengan *stripping ratio* 5 : 1.
2. Produksi alat gali - muat saat ini adalah sebesar 2.356,70 Bcm/Hari atau 70.700,91 Bcm/Bulan, sedangkan untuk alat angkut produksinya sebesar 1.751 Bcm/Hari atau 52.530,07 Bcm/Bulan, yang berarti alat gali - muat mampu mencapai target produksi sedangkan alat angkut belum mampu mencapai Target produksi sebesar 2.325 Bcm/Hari atau 69.750 Bcm/Bulan.
3. Berdasarkan produksi sebesar 1.751 Bcm/Hari atau 52.530,07 Bcm/Bulan diperoleh biaya operasi sebesar Rp. 934.963.573 dengan nilai per bcm sebesar 1.35 *dollar* per bcm.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Badan Standarisasi Nasional, (2011), *Standar Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*, SNI No. 5015, Jakarta.
- Anonim, Hubungan antara sumberdaya dan cadangan batubara (*Australian Code for Reporting Identified Coal Resources and Reserves*, 1996)
- Anonim, (2005), *Komatsu Performance Handbook*, 26<sup>th</sup> Edition, Japan.
- Anonim, (2005), *Nissan Diesel Performance Handbook*, , Japan.
- Arif, I., Adisoma. G. S., (2002). "Perencanaan Tambang". *Institut Teknologi Bandung*.
- Hartman, Howard L. *Intoducty Mining Engineering / Howard Hartman, Jan M. Mutmansky—2<sup>nd</sup> ed.p.cm*
- Keputusan Menteri Pertambangan Dan Energi Nomor 579 K / 32 / DJB / 2015 Tentang Biaya Produksi Untuk Penentuan Harga Dasar Batubara Direktur Jenderal Mineral Dan Batubara
- Kustituantto, B dan Badrudin, R. (1994). " *Statistika 1 ( Deskriptif)*. Jakarta. Penerbit : Gunadarma.
- Mardani, M, T., (2007) Perencanaan Teknis Jangka Pendek Pengupasan Tanah Penutup Di Sambara *Mine Operation* PT. Berau Coal. "Veteran" Yogyakarta 2007.
- Prodjosumarto, P., (1993), "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- Hariyadi, S., (2015) Laporan Skripsi, Kajian Perhitungan Cadangan Batubara Menggunakan *Metode Blok Model 2 Dimensi* dan *Cross Section* Di *Software Surpac* Pada PT. Tanito Harum, "Unikarta" Tenggara 2015.