

PENERAPAN *BLOCK MODELLING* DALAM PERENCANAAN TINGKAT PRODUKSI BATUBARA DI *PIT KUSKUS* DEPARTEMEN HATARI PT. KALTIM PRIMA COAL PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

APPLICATION OF *BLOCK MODELLING* IN COAL PRODUCTION PLANNING RATE IN THE *KUSKUS PIT* DEPARTMENT OF HATARI PT. KALTIM PRIMA COAL EAST KALIMANTAN PROVINCE

Muhammad Ichsan¹, Mukiat², Bochori³

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,

Jl. Palembang-Prabumulih, Km.32, Indralaya, 30662, Indonesia

Email: muhammadichsanasraf@gmail.com

ABSTRAK

Pit Kuskus merupakan salah satu pit yang direncanakan untuk diproduksi pada tahun 2016. Salah satu metode yang ingin dikaji untuk diterapkan di Pit Kuskus adalah metode block modelling. Hasil yang diharapkan dari metode ini yaitu kuantitas overburden dan cadangan batubara pada tiap range elevasi pit, reserve block modelling, perencanaan sequence penambangan hingga analisis tingkat produksi yang akan didapat dari sequence yang direncanakan. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam perencanaan produksi, adalah nilai stripping ratio yang didapatkan pada satuan waktu tertentu serta laju pendapatan dari sequence yang direncanakan. Metode dan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari studi pustaka, penentuan rumusan masalah, observasi lapangan, pengambilan data, analisis dan pengolahan data serta penarikan kesimpulan. Metode block modelling, dilakukan dengan analisis elevasi terhadap tiga data peta yaitu peta topografi wilayah, peta pit design, dan peta topografi seam batubara. Berdasarkan perhitungan dan permodelan block modelling yang dilakukan maka didapatkan jumlah cadangan batubara di Pit Kuskus adalah 529.589 ton batubara, jumlah overburden yang harus dipindahkan 4.284.160 bcm dan nilai stripping ratio nya adalah 8,1. Rencana pemasukan yang didapatkan selama umur tambang berjumlah \$ 4.333.325,5 dan titik break event point tercapai pada minggu ke-29 pada saat nilai stripping ratio kumulatif berada pada range 12,7 – 12,3.

Kata kunci : Block modelling, breakeven point, stripping ratio, sequence.

ABSTRACT

Kuskus Pit is one of the pit is planned to be produced in 2016. One method is to be examined to be applied in the Kuskus Pit is a method of block modelling. The expected result of this method is that it can be modeled quantity of overburden and coal reserves in each pit elevation range, for the next planned mining sequence to the analysis of the level of production that will be obtained from the planned sequence. The one of aspects to be considered in the production planning, is stripping ratio values obtained at one time and the rate of revenue from the planned sequence. Methods and steps being taken in this study consisted of a literature study, determining the formulation of the problem, field observation, data collection, analysis and processing of data and drawing conclusions. Block modeling method are doing by analysis of different elevation performed by the three map data, those are topographical maps, pit design maps, and coal seam topographical maps. Based on the reserves calculations by block modeling method done then obtained the coal reserves in Kuskus Pit are 529.589 tons of coal and the amount of overburden that must be removed are 4.284.160 bcm and the value of stripping ratio are 8.1. Plan income earned over the life of the mine amounted to \$ 4.333.325,5 and the point of break event point is reached at week 29th when the cumulative value of stripping ratio is in the range of 12.7 to 12,3.

Keywords: Block modelling, breakeven point, stripping ratio, sequences.

1. PENDAHULUAN

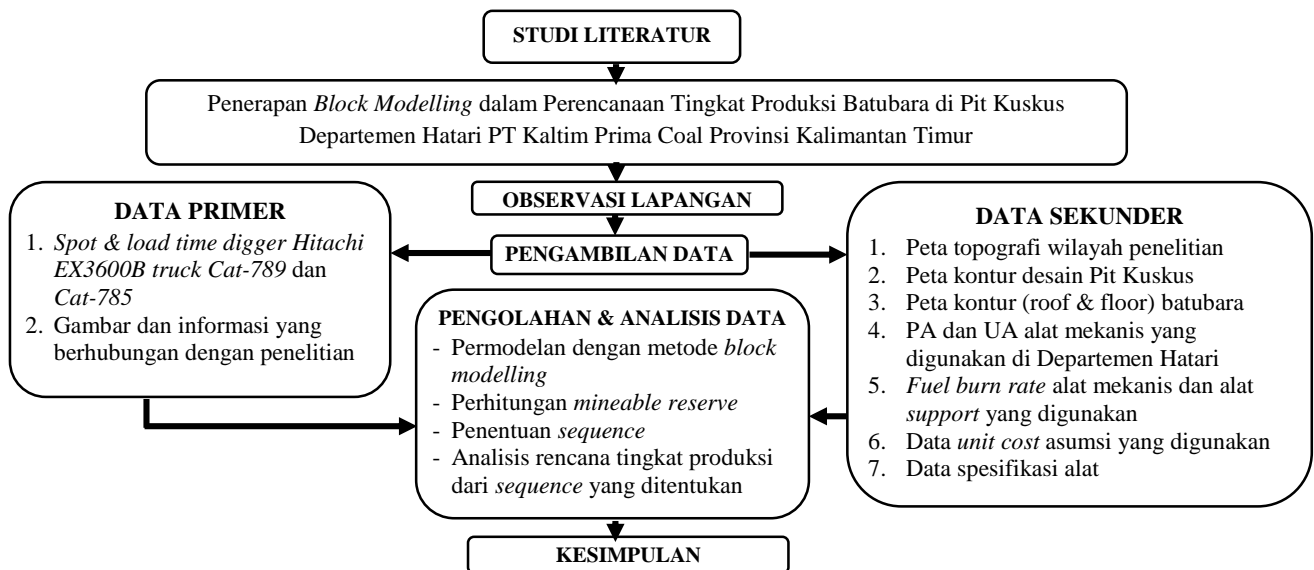
PT. Kaltim Prima Coal (PT. KPC) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara terbesar di Indonesia. PT. KPC menggunakan metode tambang terbuka (*open pit*) dalam operasional penambangannya. Departemen Hatari hingga akhir tahun 2015 menangani 4 *pit* operasional penambangan, yaitu *Pit Inul East* (IE), *Pit Bendili Prima* (BP), *Pit Karina West* (K-West) dan *Pit Inul Middle* (IM). Selain itu, Departemen Hatari juga merencanakan untuk membuka *pit* baru pada tahun 2016-2017 ini guna mempertahankan sekaligus meningkatkan target produksi yang ada. Beberapa *pit* tersebut adalah *Pit Kuskus*, *Pit K9*, *Pit Koala*, dan *Pit Keong*. Rentang nilai *stripping ratio* penambangan yang ekonomis di PT. KPC berkisar antara 10-15 bcm/ ton. Salah satu *pit* yang cukup berpotensi untuk dikembangkan dan dikaji adalah *Pit Kuskus* dengan nilai *stripping ratio overall* yaitu 8,1 bcm/ ton (Departemen Hatari, PT KPC).

Metode *block modelling* merupakan metode permodelan suatu cadangan ke dalam bentuk penampang *block by block* yang dituangkan dalam model 3 dimensi atau model 2 dimensi. Metode *block modelling* dimanfaatkan untuk menganalisis dan melihat penyebaran jumlah cadangan batubara dan *overburden* secara *block by block*, *section by section*, dan *elevation by elevation*, sehingga dapat terlihat estimasi jumlah batubara yang didapat pada setiap *range* elevasinya. *Block model* ini akan menjadi salah satu landasan dalam melakukan perencanaan produksi terutama dalam melakukan simulasi *scheduling* untuk menentukan waktu mulai diproduksi batubara hingga *mine out*, selanjutnya hal ini akan berpengaruh kepada laju aliran dana (*cash flow*) penambangan suatu *pit*.

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah (1) menganalisis tahapan permodelan cadangan batubara dengan metode *block modelling*, khususnya dengan menggunakan *software Microsoft Excel* (2) menganalisis dan menghitung jumlah cadangan tertambang berdasarkan *block modelling* (3) menganalisis dan menentukan *sequence* yang akan disarankan berdasarkan *block modelling* yang telah dibuat dan peralatan yang digunakan dan (4) menganalisis hasil dari tingkat produksi pada rencana penambangan di *Pit Kuskus*. Tingkat produksi yang dikaji disini meliputi perhitungan nilai dan unit ketika *break event point* tercapai, jumlah *unit cost overall*, *cash flow* produksi, *unit cost* penambangan batubara dan pengupasan *overburden* dan total rencana keuntungan yang diperoleh dari rencana penambangan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tanggal 27 Oktober 2015 hingga 31 Januari 2016 yang berlangsung selama 13 minggu dengan tahapan orientasi lapangan, pengumpulan referensi dan data, pengolahan data, konsultasi dan bimbingan, penyusunan laporan, dan penyerahan *draft* laporan. Pengambilan data primer difokuskan pada *loading point Pit Inul East*. *Instrument* yang digunakan untuk pengambilan data primer adalah alat tulis, *stopwatch* dan kamera. Bagan alir penelitian pada (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur, yaitu mencari bahan referensi dan bacaan yang berkaitan dengan operasi penambangan terutama yang berhubungan dengan perencanaan produksi tambang terbuka, tentang pemindahan tanah mekanis dan *block modelling*. Selanjutnya adalah observasi lapangan merupakan langkah untuk melihat keadaan aktual lapangan sehingga dapat mengidentifikasi hal-hal apa saja yang kemungkinan berkaitan dengan masalah penelitian. Setelah diketahui *variable* data apa saja yang diperlukan, maka dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer dan data sekunder selanjutnya diolah menggunakan rumus-rumus terkait dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel 2010*. Analisis terhadap metode *block modelling* ini dilakukan sedemikian rupa untuk menentukan *standard operational procedure* (SOP) metode perhitungan jumlah *overburden* dan cadangan untuk selanjutnya diolah menjadi suatu laporan yang dilaporkan secara *block by block*, *section by section*, dan elevasi per elevasi, untuk melihat hasil permodelan keekonomian dari *scheduling* yang dilakukan.

Tambang terbuka adalah metode penambangan mineral berharga yang dilakukan di atas permukaan bumi yang berkontak langsung dengan udara [1]. *Block modelling* merupakan metode permodelan cadangan berdasarkan estimasi jumlah dari mineral berharga (*dalam hal ini adalah batubara*) dan jumlah lapisan tanah penutup menjadi satu kesatuan *block* dengan kerapatan tertentu [2]. Bentuk geometri *block* ini dibagi kedalam tiga sumbu yaitu *northing* atau sumbu 'Y', *easting* atau sumbu 'X' dan *elevasi* atau sumbu 'Z' [2]. Produktivitas alat mekanis merupakan kemampuan suatu alat mekanis untuk melakukan kerja dalam satu satuan waktu yang dapat dinyatakan dalam ton/ jam [3]. *Payload* merupakan jumlah material dalam satuan ton yang dapat dimuat penuh oleh sebuah truk [4]. Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat mekanis untuk melakukan satu siklus pekerjaan [5]. Alat gali muat adalah alat mekanis yang berfungsi menggali dan memuat material ke alat angkut [6]. Produktivitas alat mekanis merupakan kemampuan suatu alat mekanis untuk melakukan kerja dalam satu satuan waktu yang dapat dinyatakan dalam ton/ jam [3]. Rumus produksi alat gali-muat dapat dilihat pada Pers. (1), dan rumus produksi alat angkut dapat dilihat pada Pers. (2).

$$\text{Produksi alat gali muat} = \text{PA} (\%) \times \text{UA} (\%) \times \text{Productivity} \times \text{Waktu} \quad (1)$$

Produksi alat gali muat adalah kemampuan alat gali muat untuk memindahkan material *overburden* (berproduksi) per satuan waktu kerja yang dinyatakan dalam satuan *bcm/ hours* dan telah dikalikan dengan faktor koreksi [7].

$$\text{Produksi alat angkut} = \text{PA} (\%) \times \text{UA} (\%) \times 60/\text{CT} \times \text{Payload} \times \text{waktu} \quad (2)$$

Block modelling yang telah dibuat selanjutnya disimulasikan kedalam perencanaan produksi (*scheduling*) dengan menggunakan *Microsoft Excel 2010*. *Match factor* atau faktor keserasian alat merupakan parameter yang menyatakan keselarasan kerja antara dua alat mekanis dalam aktivitas penambangan, yaitu antara alat gali dan alat angkut [8]. Analisis tingkat pendapatan dilakukan setelah perencanaan teknis dan penjadwalan produksi selesai dilaksanakan [9]. *Payback period* (PBP) merupakan suatu periode yang dibutuhkan untuk pengembalian modal atau waktu yang diperlukan untuk menutup pengeluaran investasi yang dihitung sejak modal ditanamkan [10]. *Break event point* adalah suatu kondisi dalam operasi perusahaan pada saat perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi (penghasilan yang digunakan menggunakan total biaya) [11]. Pers.(3) dan Pers.(4) merupakan rumus untuk menentukan BEP unit dan BEP nilai dari suatu tingkat produksi.

$$\text{BEP unit (Ton)} = \text{TFC} (\$) / [\text{P} (\$/\text{ton}) - \text{V} (\$/\text{ton})] \quad (3)$$

$$\text{BEP nilai} (\$) = \text{TFC} (\$) / 1 - (\text{V} (\$/\text{ton}) / \text{P} (\$/\text{ton})) \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada *Pit Kuskus*, salah satu *pit* yang dioperasikan oleh Departemen Hatari. Luas *Pit Kuskus* ini sekitar 22.9 Ha. *Pit Kuskus* ini rencana akan dioperasikan pada awal tahun 2016. Secara astronomis *Pit Kuskus* terletak pada 207892N – 208500N dan 97842E – 98523E. Secara geografis di lapangan *Pit Kuskus* terletak di sebelah utara *Pit K-West*. Akses menuju *pit* ini pada awal tahun 2016 telah mulai dibangun, namun aktivitas penambangan masih belum dilakukan. Sebelah Timur *Pit Kuskus* berbatasan dengan *Pit Koala*, sebelah Selatan dengan *Pit K-West* sedangkan sebelah Barat dan Utara masih berupa hutan dan semak-semak. Desain *Pit Kuskus* dibuat dengan mengikuti arah *strike seam* batubara dengan bentuk akhir *Pit Kuskus* cenderung berbentuk mangkok dengan panjang *pit* sekitar 0,85 km dan lebar *pit* 0,31 km.

3.1.2. Langkah Perhitungan Cadangan dengan Metode *Block Modelling*

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka tahapan-tahapan metode perhitungan cadangan menggunakan metode *block modelling* ini terdiri dari: 1. Persiapan ; 2. Penentuan dan penamaan *block*. ; 3. Analisis kontur ; 4. Perhitungan cadangan ; 5. *Stripping ratio (SR) modelling*. Perhitungan cadangan dengan menggunakan *Microsoft Excel* ini akan digunakan pada analisis selanjutnya, yaitu perencanaan *sequence* penambangan dan analisis rencana tingkat pendapatan dengan menggunakan *block modelling* yang telah dibuat untuk melihat dan merepresentasikan jumlah *overburden* dan jumlah batubara yang ada pada suatu *pit design* yang telah ditetapkan. Hasil yang diharapkan dari metode ini adalah:

1. Volume *overburden* dan batubara pada tiap *section*.
2. Volume *overburden* dan batubara pada tiap *range* elevasi.
3. *Stripping ratio* pada tiap *range* elevasi.
4. *Stripping ratio modelling* pada tiap *section* dan *block*.

3.1.2.1. Persiapan

Tahap persiapan ini merupakan tahapan untuk mempersiapkan peta-peta alat dan bahan dalam pelaksanaan penelitian. Data peta yang diperlukan adalah: 1. Peta topografi aktual lokasi penambangan ; 2. Peta topografi *pit design* ; dan 3. Peta topografi *roof* dan *floor* batubara. Ketiga data peta dalam penelitian dibuat menggunakan *software Minex 6.3.1*.

3.1.2.2. Penentuan Ukuran *Block*

Ukuran *block* ditentukan berdasarkan lebar suatu area kerja atau *working space* minimal yang digunakan di PT. KPC, yaitu adalah 40 meter. Maka dari itu ukuran *block* yang dipilih adalah 40 m x 40 m pada ukuran di lapangan untuk tiap satu *block*-nya. Ukuran *block* dapat diterapkan dengan ukuran panjang yang berbeda, misalnya 40 m x 60 m, namun semakin panjang suatu *block*, maka tingkat ketelitian pengukuran akan semakin menurun karena *block* akan semakin jauh jaraknya antara *section* yang satu dengan *section* yang lainnya.

3.1.2.3. Penamaan *Block*

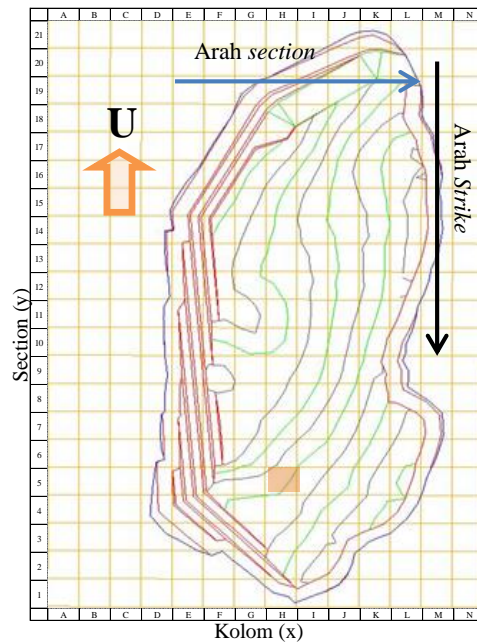
Peta *Pit* Kuskus yang ada dibagi ke dalam kotak-kotak yang disebut dengan *block*. Penamaan *block* dibuat dengan penyebutan untuk sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Sumbu x disebut dengan kolom, dan sumbu y disebut dengan baris/*section*. Sementara itu sumbu 'z' merupakan elevasi pada *pit*. Elevasi pada peta dibagi ke dalam *range* elevasi yang dibagi-bagi setiap 10 meternya berdasarkan nilai tinggi jenjang yang diizinkan di PT. KPC. Hal ini juga bertujuan untuk mempermudah peng-*input*-an nilai volume pada tiap *block* ke *Microsoft Excel*.

Berikut beberapa aturan yang ditetapkan dalam penamaan tiap *block*:

1. Sumbu Y dinamakan dengan kolom yang diberikan kode dengan huruf dari A, B, C, D, dst.
2. Sumbu X dinamakan dengan *section* baris yang dinamai dengan kode angka, dimulai dari angka 1, 2, 3, dst

Tabel 1. *Range Elevasi Block Modelling* dan Pengkodeannya

Range Elevasi (m)	Kode
81 sd 90	9
71 sd 80	8
61 sd 70	7
51 sd 60	6
41 sd 50	5
31 sd 40	4
21 sd 30	3
11 sd 20	2
0 sd 10	1
0 sd -10	-1
-20- (-10)	-2



Gambar 2. Penamaan Block pada Pit Kuskus

3. Sumbu Z merupakan *range* elevasi dengan representasi *range* elevasi dimulai dari angka -1, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dengan masing-masing angka merepresentasikan *range* elevasi 10 meter (Tabel 1). *Range* elevasi ini dibuat berdasarkan tinggi jenjang yang diterapkan di PT. KPC yaitu 10 meter. *Range* elevasi ini akan menjadi permodelan ketinggian pada saat simulasi *scheduling* dilakukan.
4. Penamaan *block* dituliskan dengan format Y, X, Z. contohnya adalah *block* 5H2 artinya *block* yang dimaksud adalah *block* pada *section* 5.
5. *Arah section* tegak lurus dengan arah *strike* batubara (Gambar 2).
6. *Arah utara* yang digunakan adalah arah utara desain *block model*, yaitu yang dibuat sama dengan arah kolom. Kalibrasi arah utara desain, sama dengan arah timur laut sebenarnya dengan sudut 35° dari utara peta.

Langkah berikutnya adalah *section modelling*. *Section modelling* ini bertujuan untuk memodelkan suatu sayatan/ *section* dalam suatu tampilan vertikal pada *block-block* yang dibuat dengan program Microsoft Excel 2010. Tahapan *section modelling* ini diawali dengan penentuan nilai *range* elevasi tertinggi pada tiap kolom *section*, kemudian tahapan klasifikasi yaitu menentukan batas *pit design* pada *block* untuk memisahkan antara *block* yang *overburden* dan *block* yang terdapat batubara dan tahapan yang terakhir adalah *section modelling*

3.1.3. Hasil Perhitungan Cadangan dengan Software Minex 6.3.1.

PT. Kaltim Prima Coal menggunakan *software* Minex 6.3.1. sebagai salah satu alat untuk membantu *mine engineer* dalam melakukan perencanaan operasional penambangan. Berdasarkan perhitungan cadangan yang dilakukan dengan *software* Minex 6.3.1., maka diketahui bahwa jumlah *overburden* yang terdapat pada Pit Kuskus adalah 4.247.539 bcm dan 526.185 ton batubara. *Seam* batubara yang terdapat pada Pit Kuskus adalah *seam* K30 dan K30UR, namun karena jumlah tonase batubara pada *seam* K30UR hanya $\pm 1\%$ dari total batubara yang terdapat di Pit Kuskus, maka seluruh material yang berada di atas *seam* K30 termasuk *seam* K30UR dianggap sebagai *overburden* dalam penelitian ini.

3.1.4. Hasil Perhitungan Cadangan dengan Metode Block Modelling

Berdasarkan analisis *block modelling*, maka didapatkanlah jumlah cadangan batubara yang terdapat di Pit Kuskus adalah 529.589 ton dan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan adalah 4.284.160 bcm. Jumlah cadangan tertambang ini didapatkan dari hasil analisis dan akumulasi dari jumlah *overburden* dan batubara pada tiap *section*. Selisih (*variance*) total *mineable reserve* antara metode *block modelling* dan Minex 6.3.1. adalah 0,86 % untuk jumlah *overburden* dan 0.65% untuk jumlah batubara (Tabel 2). Besarnya *variance* yang berada di bawah 5 % menandakan bahwa hasil perhitungan *mineable reserve* dengan menggunakan metode *block modelling* dapat digunakan untuk pengsimulasian perencanaan produksi atau *scheduling* untuk tahapan berikutnya.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Mineable Reserve antara Perhitungan Menggunakan Software Minex 6.3.1 dan Manual Block Model

Kode	Metode	SR	Vol. Overburden	Coal Tonase
A.	Via <i>Minex</i>	8,07	4.247.539	526.185
B.	Via Manual <i>Block Model</i>	8,07	4.284.160	529.589
C.	Selisih (B-A)	0,00	36.621	3.404
D.	% Selisih (C/A x100%)	0,02%	0,86%	0,65%

3.2. Pembahasan

3.2.1. Jumlah Overburden dan Batubara pada setiap Section

Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan menggunakan *block modelling*, maka dapat dilihat bahwa *section* yang memiliki jumlah *overburden* tertinggi adalah *section* 5 dengan jumlah *overburden* sebanyak 328.160 bcm sedangkan *section* yang paling banyak jumlah batubaranya adalah *section* 8 dengan jumlah batubara sebanyak 42.556,1 ton batubara.

3.2.2. Jumlah Overburden dan Batubara pada setiap Range Elevasi

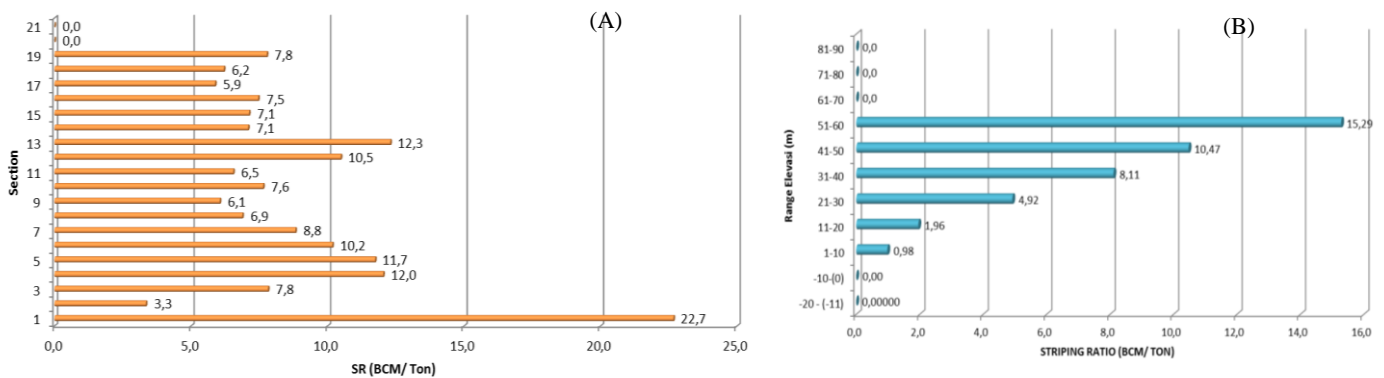
Jumlah *overburden* dari yang tertinggi hingga yang terendah yaitu berada pada *range* elevasi (RE) 5 yaitu pada elevasi 41 m – 50 m (1.082.880 bcm) selanjutnya adalah RE 4 (1.002.560 bcm), kemudian RE 6 (867.360 bcm), kemudian RE 3 (648.000 bcm) kemudian RE 7 (390.560 bcm), kemudian RE 2 (174.400 bcm), kemudian RE 8 (90.400 bcm), dan terakhir adalah RE 1 (178.400 bcm).

Jumlah batubara dari yang tertinggi hingga yang terendah dimulai dari RE 3 (131.688 ton), kemudian RE 4 (123.640,9 ton), kemudian RE 5 (103.530,4 ton), kemudian RE 2 (91.121,4 ton), kemudian RE 6 (56.743,6 ton), dan terakhir adalah RE 1 (22.864,7 ton).

3.2.3. Nilai Stripping Ratio (SR) pada setiap Section dan Range Elevasi

Nilai SR didapatkan dari pembagian jumlah OB (bcm) dengan jumlah batubara (ton) pada tiap *section*-nya (Gambar 3.A). Berikut adalah nilai SR setiap *section* : S21 (0); S20 (0); S19 (7,8); S18 (6,2); S17 (5,9); S16 (7,5); S15 (7,1); S14 (7,1); S13 (12,3); S12 (10,5); S11 (6,5); S10 (7,6); S9 (6,1); S8 (6,9); S7 (8, 8); S6 (10,2); S5 (11,7); S4 (12,0); S3 (7,8); S2 (3,3); dan S1 (22,7).

Nilai SR setiap *range* elevasi (Gambar 3.B) didapatkan dari pembagian jumlah OB (bcm) dengan jumlah batubara (ton) pada tiap *range* elevasinya. Nilai SR tertinggi dimulai dari RE 6 (15,29), RE 5 (10,47), RE 4 ((8,11) RE 3 (4,92), RE 2 (1,96), dan RE 1 (0,98). Semakin rendah nilai SR semakin tinggi produksi batubara.



Gambar 3. Grafik SR setiap Section (A), dan Grafik SR setiap Range Elevasi (B)

3.2.4. Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi ini dilakukan dengan memanfaatkan *block modelling* yang telah dibuat sebagai landasan dalam pengambilan langkah dan keputusan terhadap *sequence* yang dipilih, dan area mana yang akan ditambang terlebih dahulu selain dari aspek eksternal lainnya seperti arah aliran air dan jalur akses. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan produksi ini terdiri dari penentuan jenis dan jumlah alat gali muat yang digunakan, perhitungan kapasitas produksi dan perencanaan produksi.

3.2.4.1. Penentuan Jenis dan Jumlah Alat Gali Muat

Kondisi daerah *Pit Kuskus* merupakan daerah yang tergolong didominasi oleh *mud stone* dengan kekerasan cenderung lunak dan rawan amblas, hal ini menjadikan semakin berat alat gali muat yang digunakan maka akan semakin tinggi potensi kelongsoran yang terjadi. Selain itu umur tambang pada *Pit Kuskus* ini diharapkan dapat habis dalam waktu kurang dari satu tahun dan lebih dari 6 bulan. Semakin banyak jumlah *digger* yang digunakan maka akan semakin pendek umur tambang. Kondisi *pit* yang tidak terlalu luas menjadikan *pit* ini layak dan dapat ditambang cukup dengan menggunakan satu *digger*. Berdasarkan hal itu maka dalam hal ini dipilihlah *digger* yang digunakan adalah *Backhoe Hitachi EX3600B* dengan jumlah sebanyak 1 unit.

3.2.4.2. Perhitungan Kapasitas Produksi

Berdasarkan pengamatan di lapangan diketahui bahwa *digger Hitachi EX3600B* lebih banyak berkombinasi dengan *truck Cat-785* daripada *truck Cat-789*. Frekuensi data *digger Hitachi EX-3600B* dengan *truck Cat-785* dalam satu jam rata-rata sebanyak 20 kali, sedangkan dengan *truck Cat-789* sebanyak 5 kali. Sehingga data *cycle time digger* yang digunakan adalah data *cycle time* kombinasi dengan 25% dari data *truck Cat-789* dan 75% dari data *truck Cat-785* untuk kemudian diambil nilai rata-ratanya, begitupun data *payload plan* tiap-tiap truck. Nilai CT yang digunakan adalah 2,32 menit, dan nilai *payload truck* yang digunakan adalah 147,5 ton.

Penentuan kapasitas produksi ini dilakukan dengan menghitung dengan menggunakan Pers.5 :

$$P = \frac{\text{Payload (ton)} / \text{desity (ton/bcm)}}{\text{cycle time (menit)}} \quad (5)$$

$$= \frac{147,5 \text{ ton} / (2,4 \text{ ton/bcm})}{2,32 \text{ menit}} \times 60 \text{ menit/jam} = 1.589,44 \text{ Bcm/ jam}$$

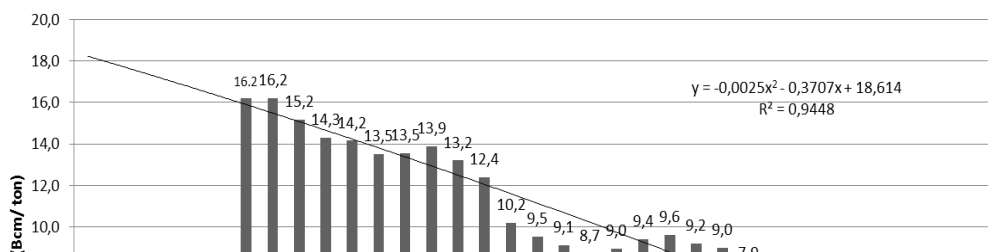
Target produksi harian didapatkan dari perkalian antara nilai *physical availability* (PA), *use of availability digger* (UA) dengan *productivity* alat, dari nilai produksi per hari ini dapat ditentukan target produksi harian, mingguan, bulanan hingga tahunan. Nilai PA dan UA *digger Hitachi EX3600B* yang digunakan adalah nilai PA dan UA *plan* atau yang telah direncanakan oleh PT. KPC untuk tahun 2016.

3.2.4.3. Penentuan *Sequence* Penambangan

Sesuai dengan perencanaan produksi yang telah ditentukan, maka dilakukan simulasi operasi pengupasan *overburden* dengan menggunakan *block modelling excel*. Penempatan alat pada simulasi penambangan ini, mempertimbangkan beberapa hal berikut, antara lain: 1.Target produksi ; 2. *Working space*, penempatan alat gali muat disesuaikan dengan lebar *loading point* yang ada ; 3. Akses, aktivitas penambangan perlu memerhatikan lebar jalan angkut, apakah cukup untuk jumlah truk yang digunakan ; 4. Kondisi topografi. Kondisi topografi berpengaruh kepada arah aliran hujan yang akan terjadi pada *pit* [3-4].

Simulasi perencanaan produksi dilakukan secara mingguan selama umur tambang yaitu 34 minggu. Simulasi ini menjelaskan pergerakan *digger* setiap minggunya dengan menggunakan arah anak panah dan perubahan gradasi warna berdasarkan *range elevasi block* yang ditambang atau dipapas terlebih dahulu. Perencanaan produksi ini dilakukan sedemikian rupa dengan mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis yang dilaporkan setelah *scheduling* dilakukan. Perencanaan produksi ini dilakukan dengan menyesuaikan terhadap kapasitas alat gali muat mingguan, hasil dari simulasi ini adalah target produksi dan rencana penambangan mingguan di *Pit Kuskus*.

Berdasarkan hasil perencanaan produksi yang dilakukan maka didapatkan nilai *stripping ratio* pada tiap minggunya. Nilai *stripping ratio* yang dihasilkan pada *Pit Kuskus* selama umur tambang bergerak relatif menurun setiap minggunya dimulai dari minggu ke-7 hingga ke minggu ke-34 (Gambar 4). Penambangan pada minggu ke-1 hingga minggu ke-5,



Gambar 4. Grafik Nilai *Stripping Ratio* Berdasarkan Hasil *Scheduling* pada *Pit Kuskus*.

masih belum didapatkan batubara karena penambangan masih dilakukan dengan pengupasan *overburden* pada *range* elevasi 8 hingga *range* elevasi 6. Hal ini menandakan bahwa metode penambangan batubara secara *level by level* memiliki resiko bahwa nilai *stripping ratio* dapat signifikan tinggi di awal bahkan bisa terjadi benar-benar *full overburden*, di lain opsi penambangan dapat juga dilakukan dengan mengejar batubara secepat mungkin namun dengan resiko pada pertengahan periode umur tambang, nilai *stripping ratio* akan cenderung meningkat.

3.2.5. Analisis Tingkat Pendapatan

Analisis tingkat pendapatan ini dilakukan dengan menghitung biaya-biaya yang dikeluarkan dalam operasional *Pit Kuskus* pada setiap minggunya. Analisis pemasukan ini dibuat dalam bentuk tabel laju aliran dana (*cash flow*) untuk melihat tingkat dan laju pemasukan bersih yang didapatkan pada tiap minggunya selama umur tambang. Berdasarkan analisis pendapatan pada *Pit Kuskus* diketahui keuntungan yang didapatkan pada *Pit Kuskus* adalah \$ 4.333.325,5.

3.2.5.1. Perhitungan *Break Event Point* (BEP)

Break event point (BEP) merupakan suatu kondisi pada saat jumlah total biaya pengeluaran sama dengan jumlah total pemasukan yang diterima, dengan kata lain pada titik BEP ini suatu operasional penambangan tidak mengalami kerugian maupun keuntungan [12]. Titik BEP disebut juga sebagai titik impas. Komponen yang harus diketahui dalam analisis BEP yaitu:

1. *Fix cost* (TFC), terdiri dari biaya *additional cost*, biaya amortisasi, biaya depresiasi dan pajak. Total *fix cost* pada rencana penambangan di *Pit Kuskus* adalah :

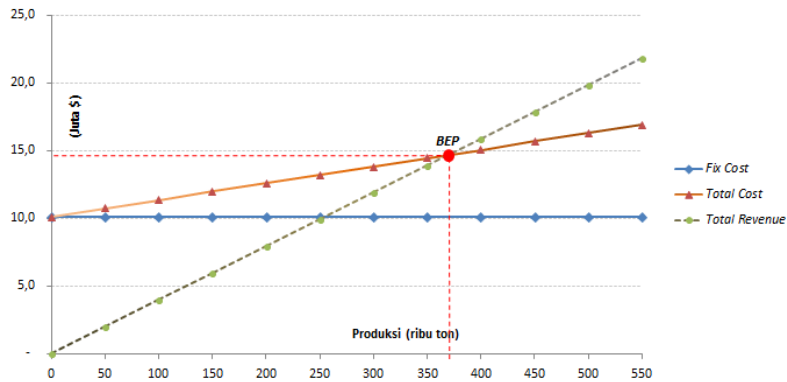
<i>Additional cost</i>	=	6.725.783,1	\$
Amortisasi	=	0	\$
Depresiasi	=	0	\$
<i>Tax</i>	=	3.388.360,2	\$
Total <i>fix cost</i> (FC)	=	10.114.143,3	\$

2. *Variable cost* (VC), terdiri dari biaya total *operating cost*, biaya *coal mining & crushing*, *royalty*, dan *tax*. Total *variable cost* pada rencana penambangan di *Pit Kuskus* adalah :

Total <i>operating cost</i>	=	3.604.908,6	\$
<i>Coal mining & crushing</i>	=	1.535.808,7	\$
<i>Royalty</i>	=	1.411.816,6	\$
Total <i>variable cost</i> (VC)	=	6.552.534,0	\$

3. Harga jual per unit (P), didapatkan dari harga batubara acuan (HBA) pada bulan Desember 2015. Berdasarkan nilai kalori batubara yang dicocokkan dengan data HBA bulan Desember 2015, maka didapatkan harga jual batubara pada *Pit Kuskus* adalah 39,7 \$ / ton dengan tingkatan kalori batubara 4900 berada pada *range* sub bituminus.

4. Total biaya *variable* per unit (V), didapatkan dari total *variable cost*, dibagi dengan total batubara yang akan ditambang seperti pada Pers.6.



Gambar 5. Grafik BEP Berdasarkan Data Simulasi Tingkat Produksi Batubara

$$V = VC (\$) / \text{Jumlah batu bara (ton)} \quad (6)$$

$$= \$ 6.552.534,0 / 529.589,2 \text{ ton} = \mathbf{12,37 \$/ ton}$$

Analisis BEP pada *pit Kuskus* dilakukan dengan perhitungan rumus, dengan BEP yang dihitung adalah jumlah batubara pada saat BEP dan total biaya yang diperlukan hingga tercapainya BEP.

$$\text{BEP unit (Pers.3)} = \$ 10.114.143,2 / (39,7 \$/ \text{ton} - 18,77 \$/ \text{ton}) = 370.791,94 \text{ ton batubara}$$

$$\text{BEP nilai (Pers.4)} = \$ 10.114.143,2 / (1 - (18,77 \$/ \text{ton} / 39,70 \$/ \text{ton})) = \$ 14.701.900,44$$

Berdasarkan data simulasi BEP maka dapat dibuat grafik BEP yang menggambarkan laju *fix cost*, *total cost*, dan *revenue*. Garis laju *total cost* (TC) dan *total revenue* (TR) akan membentuk satu titik perpotongan. Titik perpotongan antara TC dan TR ini lah yang disebut titik BEP (Gambar 5). Grafik BEP (Gambar 5) berdasarkan tingkat produksi batubara menggambarkan tingkat produksi dan biaya yang diperlukan saat BEP tercapai, yaitu pada saat produksi batubara berada pada nilai **370.791,94 ton** dengan total biaya yang diperlukan untuk tercapainya BEP adalah **\$ 14.701.900,44**. Kondisi ini dapat dilihat dari titik perpotongan TR dan TC.

3.2.5.2. Perhitungan *Payback Period* (PBP)

Berdasarkan tabel *cash flow* mingguan dan tabel *net income* kumulatif *Pit Kuskus* nilai pemasukan yang didapatkan pada tiap minggunya terus semakin negatif hingga pada minggu ke-7, memasuki minggu ke-8 penambangan mulai mendapat pemasukan karena batubara telah mulai ditambang. Sejak minggu ke-8 dan minggu-minggu seterusnya grafik pendapatan terus meningkat, hingga memasuki minggu ke-29 barulah penambangan memperoleh untung bersih ditandai dengan grafik *net income* kumulatif yang telah memasuki nilai positif.

3.2.5.3. Penentuan *Stripping Ratio* Kumulatif *Pit Kuskus* saat *PBP*

Berdasarkan analisis ekonomi yang dilakukan, maka *payback period* akan tercapai di minggu ke-28 menuju minggu ke-29, dengan demikian dapat diketahui nilai *stripping ratio* yang didapatkan pada minggu tersebut dengan mencocokkan pada grafik *stripping ratio* kumulatif di minggu yang sama. Nilai *stripping ratio* keseluruhan *pit* pada minggu ke-28 dan ke-29 ini berada pada **range 12,7 s.d 12,3 bcm/ ton**.

3.2.5.4. Penentuan *Unit Cost* dan Keuntungan per Ton Batubara

Unit cost merupakan jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan penambangan 1 bcm *overburden* atau 1 ton batubara. Nilai *unit cost* penambangan di *Pit Kuskus* ini didapatkan dari perhitungan pada Pers.7 dan Pers.8.

$$\text{Unit cost OB} = (\text{total cost} + \text{royalty} + \text{tax}) / \text{jumlah overburden total} \quad (7)$$

$$= \$ 16.666.677,2 / 4.009.309,8 \text{ bcm} = \mathbf{4,16 \$/ bcm OB}$$

$$\text{Unit cost coal} = (\text{total cost} + \text{royalty} + \text{tax}) / \text{jumlah batubara total} \quad (8)$$

$$= \$ 16.666.677,2 / 529.589 \text{ ton} = \mathbf{31,47 \$/ ton batubara}$$

Analisis ekonomi yang perlu ditentukan berikutnya adalah nilai keuntungan yang didapatkan pada tiap penjualan satu ton batubara. Berdasarkan analisis rencana pendapatan yang dilakukan diketahui bahwa nilai *margin* pendapatan atau keuntungan untuk setiap penjualan batubara per tonnya adalah 8,18 \$/ ton yang didapatkan dari total keuntungan bersih yang didapatkan (total net income) dibagi dengan jumlah batubara total yang akan ditambang (Pers.9).

$$\begin{aligned} \text{Margin / ton coal} &= \text{total net income} / \text{jml. batubara total} \\ &= \$ 3.473.081,1 / 529.589,2 \text{ ton} = \mathbf{8,18 \$/ ton batubara} \end{aligned} \quad (9)$$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan adalah:

1. Permodelan cadangan dengan metode *block modelling* terdiri dari tahapan persiapan, *section modelling*, analisis peta topografi, permodelan cadangan *block by block*, perhitungan cadangan total, dan *stripping ratio modelling*.
2. Jumlah cadangan tertambang (mineable reserve) di Pit Kuskus berdasarkan *block modelling* berjumlah 529.589 ton batubara, dengan jumlah *overburden* sebanyak 4.284.160 bcm, nilai *stripping ratio* adalah 8,1 bcm/ ton.
3. Metode penambangan secara *stripping level by level* dapat dipertimbangkan untuk dilaksanakan di Pit Kuskus dengan tujuan mendapatkan jumlah batubara yang stabil dengan grafik *stripping ratio* yang tidak terlalu signifikan (penurunan/ kenaikannya) dengan alat-alat utama yang digunakan dalam penambangan adalah *digger backhoe Hitachi EX3600B*, *dump truck Cat-789* *dump truck Cat-785*, dan alat-alat *support* berupa *dozer Komatsu D375A*, *grader Cat-16M*, *backhoe Komatsu PC 200*, *water truck Cat-777W*, dan *Multiflow Pump MF-340*.
4. *Break event point (BEP)* Pit Kuskus tercapai saat produksi batubara berjumlah 370.791,94 ton dengan total biaya yang diperlukan hingga tercapai *BEP* adalah \$ 14.701.900,44. *Payback period* Pit Kuskus tercapai pada range minggu ke-28 hingga minggu ke-29 dari total umur tambang, saat nilai *stripping ratio* kumulatif berada pada range angka 12,7 – 12,3 bcm/ ton. *Unit cost* keseluruhan dari penambangan di Pit Kuskus adalah 4,16 \$/bcm *overburden*, dan 31,47 \$/ ton batubara, dengan prakiraan keuntungan yang didapatkan sebesar \$ 4.333.325,5 , dan *margin* keuntungan yang diperoleh adalah \$ 8,18 tiap penambangan 1 ton batubara.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Khailrul Anwar S.T. (Pembimbing Lapangan), Tambar Sugara S.T., Wustqa, S.T., Didik Mardiono, S.T., MBA. (Superintendent Departemen Hatari), Zulfikar Rahman Sagala, S.T., Zallykha Fahamzah S.T., seluruh karyawan PT. Kaltim Prima Coal dan seluruh anggota keluarga IKA Unsri Sangatta yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartman, H.L. (1987). *Introductory Mining Engineering*. New York : John Wiley & Sons.
- [2] Hustrulid, W and Kuchta, M. (1995). *Open Pit Mine Planning And Design*. United States of America : American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc.
- [3] Nabar, D. (1998). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Palembang : Penerbit Unsri.
- [4] Peurifoy, R., Schexnayder, C., Shapira, A. (2006). *Construction Planning, Equipment, and Methods*. New York : McGraw Hill.
- [5] Hustrulid, H., Kutcha, M., Martin, R. (2006). *Open Pit Mine Planning & Design*. London : ERC Press (Taylor & Francis Group).
- [6] Prodjosumarto, P. (2000). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [7] Nursandi, W. A., dan Sugara, T. (2013). Analisis korelasi Match Factor vs Productivity dan Production Cost Pada Alat Muat R996S dan EX3500S dengan Alat Angkut EH4500 dan CAT789 Pada Penambangan Bendili Prima Pit, Hatari Department, PT. KPC. Prosiding TPT XXII Perhapi 2013. Yogyakarta: Perhapi.
- [8] Gibbs, D. (2005). *Match Factor Theory*. Laporan Penelitian Match Factor. Sangatta: PT Kaltim Prima Coal.
- [9] Singgih, S. (2014). *Perencanaan Tambang. Jurusan Teknik Pertambangan*. Yogyakarta: UPN "Veteran" CV. Awan Poetih.
- [10] Christina, R. (2009). *Analisis Hubungan Break Event Point dengan Perencanaan Laba Jangka Pendek Pada CV. Adi Putra Utama Palembang*. Journal STIE MDP, 01 (01) : 1-6
- [11] Runge, I.C. (1998). *Mining Economic and Strategy*. United States of America : Littleton, CO.
- [12] Indonesianto, Y. (2013). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: CV. Awan Poetih.