

Penentuan *Pit Limit* Penambangan Batubara Dengan Metode Lerchs-Grossmann Menggunakan 3DMine Software

Hidayatullah Sidiq^{1,a}, Idra Pusvito²

¹Teknik Pertambangan Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia

²PT Jhonlin Group

^ahidayatullah@sttnas.ac.id

Abstrak

Kondisi tambang batubara didunia dan khususnya di Indonesia sedang mengalami krisis dikarenakan turunnya harga batubara. Dengan turunnya harga batubara pasti berpengaruh terhadap target produksi dan profit. Berkurangnya target produksi pasti akan berdampak berubahnya sequence penambangan. Untuk mengatasi perubahan tersebut perlu dilakukan penentuan *pit limit* penambangan sejak awal agar dapat mengoptimalkan profit. Metode yang digunakan adalah menggunakan algoritma matematika Lerch-Grossmann dengan dibantu software 3DMine. Parameter yang digunakan adalah biaya operasional penambangan dan evaluasi nilai *net present value* yang dilakukan pada perhitungan aliran kas yang sederhana, dengan batasan profit yang dihasilkan sebelum pajak.

Kata kunci : *Pit Limit*, 3DMine Software, *net present value*

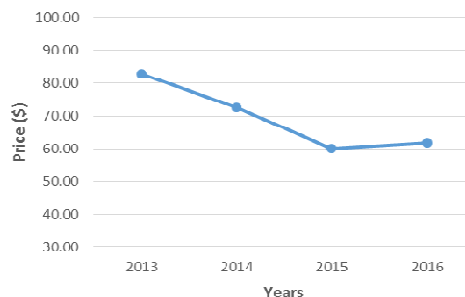
Abstract

Conditions of coal mines in the world and particularly in Indonesia is experiencing a crisis due to lower coal prices. With the decline in coal prices definitely affect the production targets and profit. Reduced production target will definitely impact the change in the mining sequence. To solve with these changes need to be conducted to determine the pit limit mine from the beginning in order to optimize profit. The method used is using a mathematical algorithm Lerch-Grossmann assisted with 3DMine software. The parameters used are mining operations cost and the evaluation of the value of the net present value calculation is done on a simple cash flow, the limitations resulting profit before tax.

Keywords : *Pit Limit*, 3DMine Software, *net present value*

1. Pendahuluan

Kondisi pertambangan batubara saat ini sedang mengalami penurunan sejak tahun 2013 akhir (Lihat gambar 1). Dengan menurunnya harga batubara maka produksi batubara juga akan menurun. Dengan kondisi tersebut maka setiap perusahaan yang akan memulai membuka pit penambangan akan mempertimbangkan target produksi yang menghasilkan profit paling optimum.



Gambar 1. Harga rata-rata batubara dari tahun 2013-2016 (Sumber : HBA ESDM)

Penentuan pit limit merupakan suatu proses iterasi dengan tujuan untuk memaksimalkan profit. Dalam perencanaan tambang, penentuan pit limit merupakan tahap awal yang perlu dilakukan sebelum melakukan perencanaan desain tambang dan arah penambangan. Dalam menentukan pit limit umumnya metode yang digunakan adalah menggunakan algoritma matematika Lerch-Grossmann dimana dengan metode ini cukup baik diaplikasikan untuk hampir seluruh deposit. Dengan menggunakan metode Lerch-Grossmann dan dibantu dengan software 3Dmine diharapkan dapat menghasilkan bentuk pit limit penambangan dengan cepat dan mudah.

2. Metode Penelitian

Parameter biaya yang digunakan untuk penentuan *pit limit* penambangan antara lain harga komoditas bahan galian, royalti dari hasil penjualan (d disesuaikan dengan nilai kalorinya sesuai dengan PP No. 45 Tahun 2003 tentang tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada departemen ESDM), biaya operasional penambangan, biaya tetap perusahaan (fix cost), dan eskalasi. Biaya operasional yang digunakan terdiri dari :

- *Pre Striping*
- *Overburden Removal*
- *Overburden Overhauling per km*
- *Coal getting and hauling*
- *Coal Barging*
- *Other Operating Cost*

Tabel 1. Tabel parameter Biaya

No	Parameter	Value	Unit
1	Land Clearing	3.75	\$/BCM
2	OB Removal	3.5	\$/BCM
3	OB Overhaul (Km)	0.55	\$/BCM
4	Coal Getting Cost	2.25	\$/Ton
5	Royalti 7%	4.27	\$/Ton
6	Barging Cost	3	\$/Ton
7	Fix Cost	3.46	\$/Ton
	Total Cost	20.78	\$
8	Excalation per Th	3%	%
	Total Cost + Excalation	21.41	\$

Biaya land clearing, overburden (OB) removal, OB overhauling per km berasal dari harga sewa atau biaya keemilikan alat dikali dengan waktu pengerjaan untuk kegiatan tersebut ditambahkan biaya BBM dan gaji operator/driver dalam satuan \$/BCM. Biaya coal getting berasal dari harga sewa atau biaya keemilikan alat dikali dengan waktu pengerjaan untuk kegiatan tersebut ditambahkan biaya BBM dan gaji operator/driver dalam satuan \$/Tonnes. Biaya barging cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut batubara dari stockpile pelabuhan hingga ke kapal. Royalti adalah biaya yang dibayarkan perusahaan kepada pemerintah. Fix cost adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan setiap bulannya adalah tetap, contoh gaji karyawan, bayar listrik, alat tulis kantor, dll. Sedangkan biaya eskalasi adalah perkiraan presentase kenaikan biaya setiap tahunnya.

Perhitungan dimensi Lerchs – Grossmann algoritma pada intinya adalah penjumlahan antara biaya dan pendapatan secara kumulatif di dalam *pit limit*. Semua parameter geometri batubara dan material penutup dikonversi ke dalam bentuk finansial (uang), biaya dinilai dengan negatif sedangkan pendapatan dinilai dengan positif. Metode yang dilakukan adalah sebagai berikut : Langkah pertama adalah menjadikan model geologi / bahan galian dalam blok-blok kecil, dimana blok-blok tersebut berisi volume bahan galian atau material penutup.

Jika diasumsikan 1 blok bahan galian jika dijual berharga \$ 61 (harga batubara acuan rata-rata tahun 2016), sementara biaya operasional adalah \$21,4, maka pendapatan adalah \$ 39,6 . Pemodelan finansial jebakan dapat digambarkan sebagai berikut :

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)	\$(21)
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$ 61	\$(21)

Gambar 2. Simulasi Block Lerchs – Grossmann algoritma

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)	\$(21)
\$(43)	\$(43)	\$ 40	\$(43)	\$(43)	\$(43)	\$(43)	\$(43)	\$(43)	\$(43)
\$(64)	\$(64)	\$ 18	\$ 18	\$(64)	\$(64)	\$(64)	\$(64)	\$(64)	\$(64)
\$(86)	\$(86)	\$(3)	\$(3)	\$ (3)	\$(86)	\$(86)	\$(86)	\$(86)	\$(86)
\$(107)	\$(107)	\$(25)	\$(25)	\$(25)	\$ (25)	\$(107)	\$(107)	\$(107)	\$(107)
\$(128)	\$(128)	\$(46)	\$(46)	\$(46)	\$(46)	\$ (46)	\$(128)	\$(128)	\$(128)
\$(150)	\$(150)	\$(67)	\$(67)	\$(67)	\$(67)	\$(67)	\$ (67)	\$(150)	\$(150)
\$(171)	\$(171)	\$(89)	\$(89)	\$(89)	\$(89)	\$(89)	\$(89)	\$ (89)	\$(171)

Gambar 3. Simulasi Block Lerchs – Grossmann algoritma

Biaya ditandai dengan nilai negatif(-) blok berwarna abu-abu, sementara pendapatan ditandai dengan nilai positif. Nilai \$40 dan \$18 pada blok berwarna kuning adalah taksiran biaya karena dalam satu blok terdapat bahan galian dan batuan penutup. Pekerjaan tersebut dilakukan pada masing-masing penampang sayatan dari permodelan hingga mendapatkan nilai optimum dari profit dan pada batas kedalaman berapa pit limit penambangan yang memberikan optimum profit.

Hitungan nilai ekonomi dari tiap blok, yaitu pendapatan nilai jual dikurangi biaya operasional blok, biaya tetap, royalti dan eskalasi biaya (m_{ij}) i =Baris, j =kolom.

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^i m_{kj} \tag{1}$$

Menggunakan rumus (1) pilihlah jalur optimal dengan mencari kolom yang mempunyai nilai positif sebagai jalur batas penambangan (Pit Limit). Namun kegiatan diatas dilakukan dengan cara manual dan satupersatu pada bagian sayatan. Untuk mengatasi penggunaan waktu, saat ini sudah banyak software tambang yang mengembangkan metode Lerchs – Grossmann dalam konsep pit optimization.

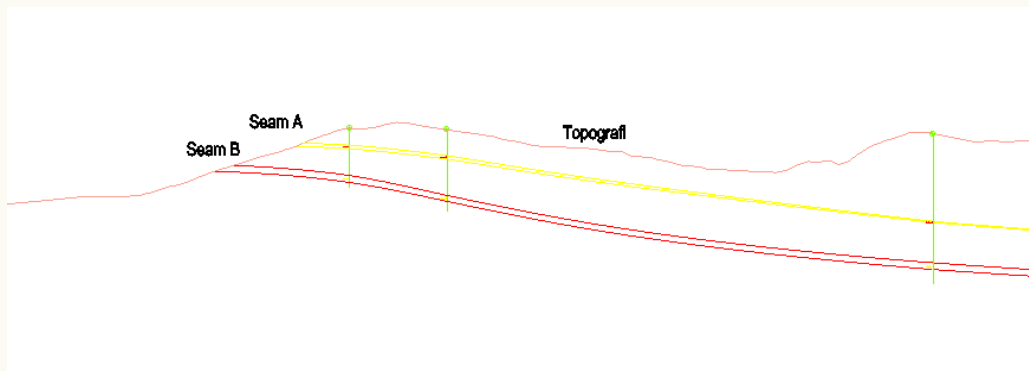
3. Hasil dan Analisis

3Dmine Software adalah software tambang yang salah satu keunggulan dari software tersebut adalah optimasi penentuan *pit limit* penambangan. Konsep dasar penentuan *pit limit* penambangan yang digunakan oleh 3Dmine software adalah dengan metode Lerchs – Grossmann algoritma. Sedangkan untuk pemodelan bahan galian yang digunakan adalah Block Model. Data yang diperlukan dalam input kesoftware 3Dmine adalah :

- Topografi daerah lokasi penelitian dalam bentuk triangulating dan kontur.
- Permodelan geologi batubara dalam bentuk block model.
- Parameter ekonomi, geoteknik (rekomendasi lereng FoS)

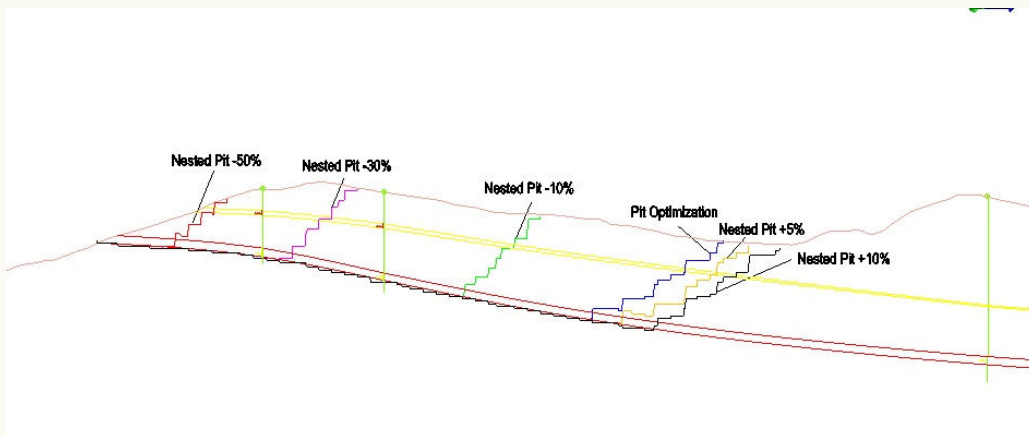
Dalam simulasi ini terdapat 2 lapisan (seam) batubara yaitu seam A dan Seam B (lihat Gambar 4). Kemudian model tersebut dibuat dalam konsep block model ada parameter block seam A, seam B, overburden dan interburden . Berdasarkan input parameter diatas dengan harga jual batubara \$ 61/Ton. Biaya untuk overburden adalah \$ 7,25/BCM, dan penambahan biaya kelebihan jarak timbunan adalah \$ 0,55/ BCM per Km. Royalty yang digunakan adalah 7% dikarenakan kalori batubara > 6100. Biaya eskalasi berdasarkan nilai rata-rata peningkatan biaya yang diperkirakan, yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3%. Kemudian untuk mengetahui analisis sensitivitas dari nilai ekonomi bahan

galian jika mengalami kenaikan harga atau penurunan harga, maka input data menggunakan jika terjadi penurunan harga -50%, -30%, -10%, naik 5% dan 10%.



Gambar 4. Sayatan Pemodelan Batubara

Setelah parameter tersebut dimasukan maka 3Dmine akan menghitung dan menampilkan bentuk optimal dari harga saat ini dan jika ada perubahan harga dalam istilah (nasted pit) lihat Gambar 5.

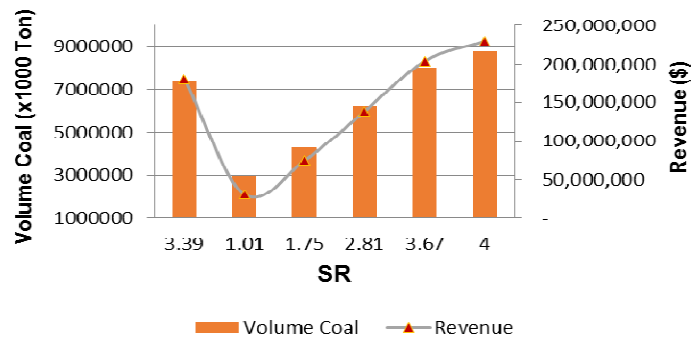


Gambar 5. Hasil tampilan pit limit penambangan dari 3Dmine software

Gambar diatas menunjukkan jika terjadi penurunan harga batubara hingga -50% maka pit limit hanya berada pada sisi yang dekat dengan permukaan dengan nilai striping ratio (SR) adalah 1,01. Sedangkan jika harga batubara naik 10% dari harga saat ini maka nilai SR dapat mencapai angka 4. Berikut angka keluaran dari 3DMine dalam bentuk tabel :

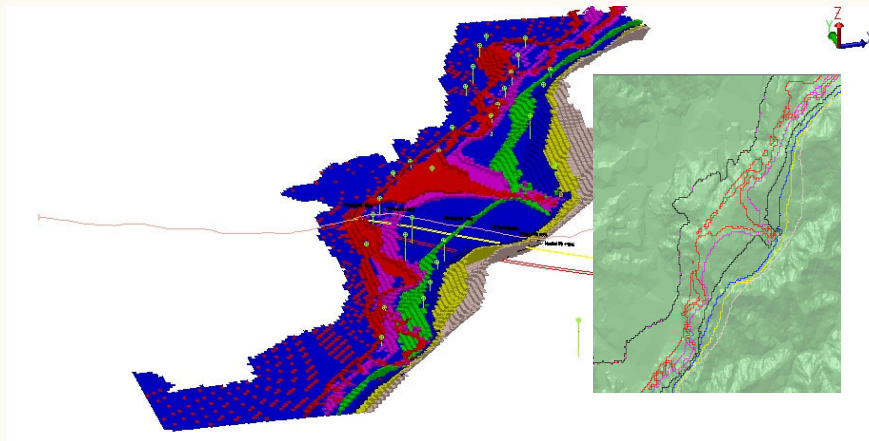
Tabel 2. Tabel Pit Optimization Pit Limit Penambangan

Name	Coal Reserve	Overburden	Strip ratio	Total value
	Ton	BCM		
Pit Optimization	7,436,325	25,195,400	3.39	180,575,787
Nested pit_-50	2,961,952	2,992,425	1.01	30,887,192
Nested pit_-30	4,272,385	7,480,825	1.75	74,524,055
Nested pit_-10	6,243,965	17,539,425	2.81	138,846,149
Nested pit_5	8,050,347	29,549,650	3.67	204,122,675
Nested pit_10	8,794,370	35,144,725	4	229,762,325



Gambar 6. Kurva Pit Limit

Hasil dari proses perhitungan yang dilakukan 3Dmine untuk nilai harga jual batubara saat ini adalah \$ 61/ Ton adalah pada tabel 2 baris pit optimization, dimana volume cadangan batubara yang dapat ditambang adalah 7.436.325 Ton. Overburden yang harus dipindahkan adalah 25.195.400 BCM dengan nilai SR 3,39. Profit optimum yang diperoleh adalah \$ 180.575.787. Sedangkan jika harga batubara mengalami kenaikan 10% maka profit nya bisa mencapai 229.762.325 pada SR 4. Bentuk 3 dimensi dari pit limit yang dihasilkan 3Dmine dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Bentuk 3 dimensi pit limit

Warna biru pada gambar diatas adalah bentuk pit limit yang optimal, dimana 3Dmine menggambarkan pit limit berdasarkan perhitungan parameter yang sudah ditentukan.

4. Kesimpulan

Penentuan pit limit dengan metode Lerchs – Grossmann dapat lebih sederhana dan cepat jika dibantu dengan 3Dmine Software. Dimana software ini dapat memberikan pilihan dan gambaran 3 dimensi dari pit limit penambangan yang ingin dibuat berdasarkan parameter teknis dan ekonomi yang sudah ditentukan. Dengan harga jual batubara \$ 61/Ton dan biaya yang dikeluarkan adalah \$ 21,41. Maka pit limit yang optimal adalah dengan cadangan batubara yang ditambang pada SR 3, 39. Overburden yang dibongkar adalah 25.195.400 BCM untuk mendapatkan batubara sebesar 7.436.325 Ton.

Daftar Pustaka

- [1] A. Kahar, "Penentuan Pit Limit Berdasarkan Eskalasi Biaya Dengan Pendekatan Area Eskalasi Grid, Study Kasus Pit Y - Satui, PT Arutmin Indonesia," in *PROSIDING TPT XXIII PERHAPI*, 2014.
- [2] A. Akbari, M. Osnaloo and M. Shirazi, "Determination of Ultimate Pit Limit in Open Mines Using Real Option Approach," *Internasional Journal of Engineering Science*, vol. 19, pp. 23-38, 2008.
- [3] A. A. Khodayari, "A New Algorithm for Determining Ultimate Pit Limits Based on Network Optimization," *International Journal Min. & Geo-Eng*, vol. 47, pp. 129-137, 2013.

- [4] I. Ludjio, "Optimisation Improvements – How to Improve Net Present Value by Simultaneously Optimising Multiple Parameters and Constraints Using Whittle," in *PROSIDING TPT XXIII PERHAPI*, 2014.
- [5] H. Lerch and L. Grosmann, "Optimum Design of Open Pit Mines," CIM Bulletin, 1965.
- [6] S. H. Winarto, "Evaluasi Mining Sequence Pada Tambang Batubara Terbuka Dengan Parameter Npv (Net Present Value)," *PROSIDING TPT XXIII PERHAPI*, 2014.
- [7] B. Sulistyana and W. , Perencanaan Tambang, Yogyakarta: UPN 'Veteran' Yogyakarta, 2008.
- [8] Y. Zhao and Y. Kim, "A New Ultimate Pit Limit Design Algorithm," 23rd APCOM, 1992.