

Perbandingan Perhitungan Sisa Cadangan Batu Granit Menggunakan Metode Cross Section Terhadap Metode Contour Pada PT Aditya Buana Inter Di Kabupaten Bangka

Comparison Of Calculation The Rest Reserve Of Granite Using Cross Section Method On Contour Method At PT Aditya Buana Inter In Bangka Regency

Andesta Granitio Irwan¹, Irvani², Guskarnali²

¹Mahasiswa Program Sarjana, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

E-mail: andestaminers@gmail.com

Abstract

The calculation of the remaining reserves is one of the important things in the world of mining, especially in the mining business of granite. The importance of the calculation of reserves is used to determine the potential of granite stone resources in determining the amount of production of the company and the age of the company. For that many methods of calculating the reserves that can be used according to the type of minerals to be calculated the remaining reserves one of them using Cross Section Method and Contour Method. Field measurement used theodolite which further processing done by making contour map using Software Surpac 6.6.2. Processing using Minescape 4.119 Software for Cross Section Method with contour map interval 1, 5, and 10 m and in division section with interval section 10, 15, and 20 m so as to obtain the width of field section, while Contour Method used contour elevation map that is 1, 5, and 10 m so as to obtain the area of the field between the same elevation. After obtaining the area of each method, use the frustum equation and mean area to determine the volume of surface reserves and from the volume results can be known the length of the mine life. The results obtained from the processing is the method of Cross Section largest reserve calculation value is at contour 1 m with the interval section 10 m that is equal to 5.662.168,28 m³ or 14.721.637,53 tons, while the Contour Method of the largest reserve value is at a contour interval of 1 m ie 4,871,332,59 m³ or 12,665,464,73 tons and for the age of the mine obtained using the highest reserve value in the Cross Section Method has a longer mine life of 42 years, while in Contour Method is 41 years.

Keywords: granite, cross section, contour, reserve, theodolite

1. Pendahuluan

Perhitungan data cadangan pada suatu usaha pertambangan sangatlah penting untuk mengetahui keberlanjutan produksi karena sifat bahan yang tidak terbarukan khususnya batu granit. PT Aditya Buana Inter merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang penambangan batu granit di Pulau Bangka yang berdiri sejak tahun 2002. Perlunya perhitungan cadangan ini dikarenakan data nilai cadangan berpengaruh pada keberlanjutan suatu usaha pertambangan. Maka dari itu penelitian ini ditujukan untuk menghitung volume total sisa cadangan menggunakan perbandingan Metode Cross Section dan Metode Contour agar didapat hasil yang diinginkan serta umur tambang sisa cadangan yang masih produktif.

*Korespondensi Penulis: (Andesta Granitio Irwan)
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,
Universitas Bangka Belitung.
Email: andestaminers@gmail.com

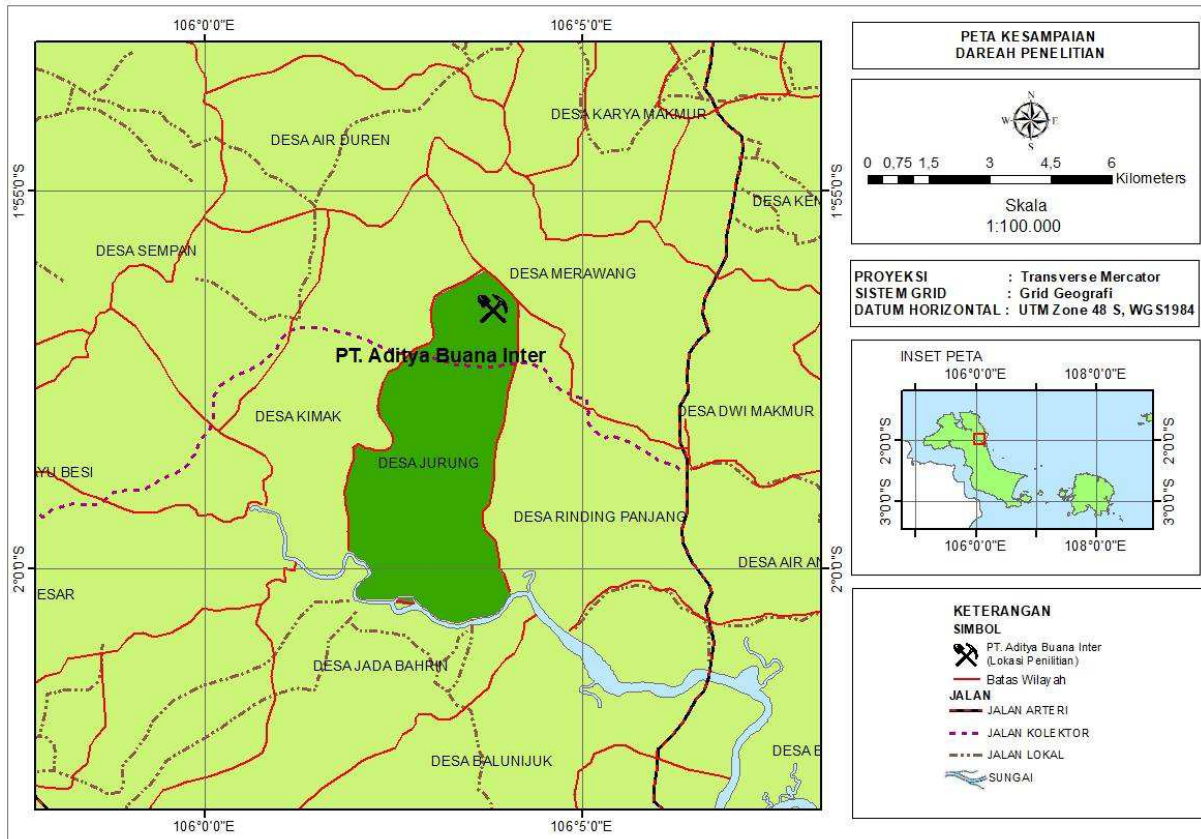
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (tiga) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu berapa volume total sisa cadangan menggunakan perhitungan Metode Cross Section dan Metode Contour serta berapa lama umur tambang yang didapat berdasarkan perhitungan sisa cadangan dari metode yang digunakan.

Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil volume total sisa cadangan menggunakan Metode Cross Section dan Metode Contour yang kemudian dibandingkan dan dianalisis hasil volume total dari kedua metode yang digunakan dan dijadikan dasar untuk perhitungan umur tambang.

Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di PT Aditya Buana Inter yang berlokasi di Kecamatan Sungailiat Kabupaten Bangka pada daerah perbukitan sedang dengan ketinggian antara 100 – 150 mdpl yang wilayah penambangannya terletak di punggung bukit dengan cebakan batu granit. Tempat penelitian

dapat ditempuh melalui jalur darat menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat dari Pusat Kota Sungailiat dapat ditempuh ± 15 menit dan dari Kota Pangkalpinang ± 50 menit dengan jalan menuju lokasi dalam keadaan baik. Adapun peta lokasi penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Tugas Akhir

Tinjauan Pustaka

Menurut Sukandarrumidi (1998), granit merupakan batuan yang terbentuk dari proses pembekuan magma bersifat asam, terbentuk jauh didalam kulit bumi pada kedalaman 3-4 km sampai 15-50 km di dalam bumi. Granit merupakan batuan beku plutonik dengan kandungan SiO_2 sekitar 70% yang berada pada kerak bumi (Bayrak, 2013)

Menurut Chen dan Rodney (2007), granit merupakan batuan penyusun kerak benua dan berkaitan erat dengan tektonik, mineralisasi, dan metamorfosis dari kerak benua. Chappel dan White (1974) dalam Brown (2013) mengatakan bahwa granit pada Lipatan Lachland Sabuk Australia Timur diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu granit Tipe-I dan Tipe-S.

Batuan granitik di Pulau Bangka yang merupakan bagian dari *Southeast Asian Tin Belt* telah diteliti oleh Cobbing et al. (1992) dan Schwartz et al. (1995). Hasil penelitian tersebut membagi batuan granitik di Pulau Bangka menjadi dua grup besar yaitu *Eastern Province* dan *Main Range Province*.

Metode Cross Section

Metode *Cross Section* merupakan metode penaksiran paling awal sebuah proyek dan juga digunakan untuk pembandingan penaksiran yang lebih canggih menggunakan komputer dengan membagi tubuh mineral sesuai cara kerja eksplorasi, tujuan perhitungan, dan sifat-sifat deposit (Popoff, 1966).

Perhitungan dengan Metode *Cross Section* dapat digunakan untuk perhitungan volume timbunan dengan pembuatan rencana profil penampang tegak elevasi-elevasi tanah dan jaraknya yang bersangkutan untuk menentukan profil tanah (Purwaamijaya, 2008).

Metode Contour (Metode Isoline)

Menurut Popoff (1966), *isoline* adalah garis yang menggabungkan semua titik dengan nilai satuan yang sama diasumsikan satu titik ke titik lain yang mengalami perubahan terus menerus.

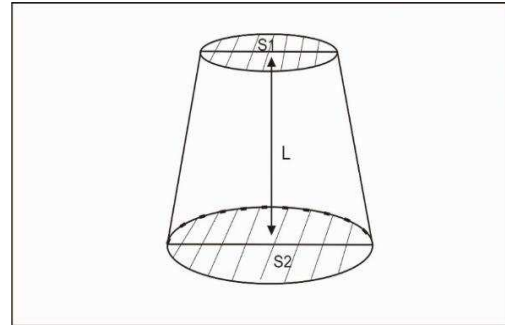
Metode *Isoline* yang harus dilakukan yaitu meliputi menghitung luas area tiap interval kontur dengan rumus *mean area* tiap interval kontur sehingga didapatkan volume cadangan terukur (Arno, 2010).

Perhitungan Volume Cadangan

Menurut Popoff (1966), perhitungan volume menggunakan konfigurasi dengan bentuk lateral dan dapat digunakan geometri untuk perhitungan bangun ruang. Perhitungan volume pada Metode *Cross Section* dan Metode *Contour* dapat terdiri atas:

a. Persamaan *Frustrum*

Persamaan *Frustrum* merupakan salah satu persamaan yang juga digunakan untuk mengestimasi volume endapan yang memiliki perbedaan variasi bentuk penampang memiliki bentuk seperti kerucut terpacung (Wenny, 2011). Untuk perhitungan Volume *Frustrum* dapat digunakan Persamaan 1.



Gambar 2. Volume *Frustrum* (Popoff, 1966)

$$V = L \times \frac{(S1 + S2) + \sqrt{S1 \times S2}}{3} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

S1 = Luas penampang atas

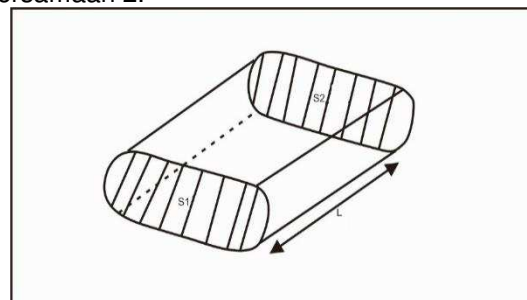
S2 = Luas penampang alas

L = Jarak antar S1 dan S2

V = Volume

b. Persamaan *Mean Area*

Persamaan *Mean Area* merupakan salah satu persamaan yang digunakan untuk menghitung volume dari suatu endapan yang praktis untuk perhitungan volume antara dua *section* yang memiliki bentuk luasan dengan perbedaan ukuran setengahnya atau kurang dari setengahnya (Popoff, 1966). Untuk mengetahui volume pada *mean area* dapat menggunakan Persamaan 2.



Gambar 3. Volume *Mean Area* (Popoff, 1966)

$$V = \frac{S1 + S2}{2} \times L \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

S1 = Luas penampang ujung

S2 = Luas penampang ujung

L = Jarak antara S1 dan S2

V = Volume

Penentuan Umur Tambang

Umur tambang merupakan lamanya operasi penambangan atau waktu yang dibutuhkan untuk menambang suatu endapan bahan galian yang didapat dari pembagian jumlah sumber daya endapan bahan galian dengan target produksi perusahaan tambang tersebut (Notosiswoyo, 2005).

Jumlah sumber daya yang didapatkan dari suatu metoda perhitungan merupakan material insitu (BCM) sehingga volume sumber daya yang didapatkan harus dikalikan dengan densitas untuk mendapatkan *tonnase* sumber daya tersebut. Untuk menghitung umur tambang dapat menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$\text{Umur tambang} = \frac{\text{Jumlah Total Cadangan}}{\text{Jumlah Produksi Per Tahun}} \dots\dots(3)$$

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan pengukuran area menggunakan Theodolit DT 200 yang kemudian digunakan pembuatan Peta Topografi menggunakan *Software Surpac 6.6.2* dengan variasi interval kontur 1, 5, dan 10 meter yang dilanjutkan dengan *Software Minescape 4.119* untuk pembuatan *section* pada Metode *Cross Section* yang memiliki variasi interval *section* yaitu 10,15, dan 20 m untuk setiap variasi kontur dan pada Metode *Contour* sehingga didapat hasil luasan dari kedua metode yang digunakan untuk dilanjutkan pencarian nilai volume menggunakan persamaan *frustrum* dan *mean area* yang kemudian dianalisis dan dibandingkan serta volume dari masing-masing metode digunakan untuk menentukan umur tambang.

Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur penelitian terdahulu, observasi lapangan, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data lapangan, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka terdahulu.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian kali ini hasil dan pembahasan yang digunakan dalam pembagian sayatan pada Metode *Cross Section* menggunakan *Software Minescape 4.119* berdasarkan interval kontur masing-masing sayatan yaitu 1, 5, dan 10 m.



Gambar 4. Kenampakan Lokasi Penelitian

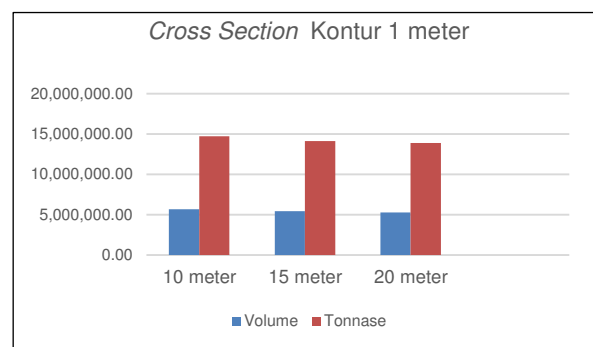
Cross Section Interval Kontur 1 Meter

Pada Metode *Cross Section* interval kontur 1 m pembuatan sayatan menggunakan interval *section* yaitu 10, 15, dan 20 m dengan pemotongan horizontal sehingga didapat jumlah sayatan yang berbeda antara peta kontur. Hasil dari Metode *Cross Section* pada interval kontur 1 meter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Volume cadangan Metode *Cross Section* kontur 1 Meter

No	Interval Section (m)	Volume (m ³)	Tonnase (ton)
1.	10	5.662.168,28	14.721.637,53
2.	15	5.440.746,72	14.145.941,47
3.	20	5.278.671,20	13.883.610,00

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat adanya penurunan nilai volume dari berdasarkan variasi interval *section* yaitu pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Hasil Metode *Cross Section* Interval Kontur 1 Meter

Pada grafik dapat dilihat bahwa pada *section* 10 m memiliki nilai paling tinggi kemudian diikuti nilai interval *section* 15 m dan 20 m memiliki nilai terendah atau dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kerapatan *section* maka nilai volume yang didapat semakin kecil begitu pula sebaliknya.

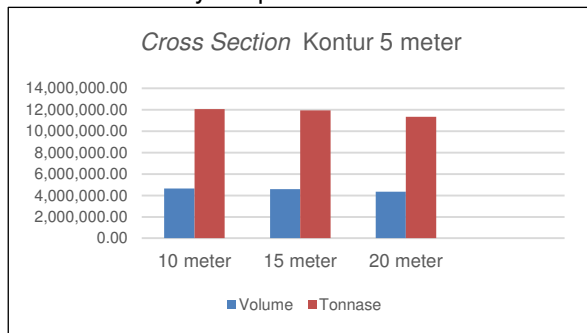
Cross Section Interval Kontur 5 Meter

Pada Metode *Cross Section* interval kontur 5 m pembuatan sayatan menggunakan interval section yaitu 10, 15, dan 20 m dengan pemotongan secara horizontal sehingga didapat jumlah sayatan yang berbeda antara masing-masing peta kontur. Hasil dari Metode *Cross Section* pada interval kontur 5 meter dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume cadangan Metode *Cross Section* kontur 5 meter

No	Interval Section (m)	Volume (m ³)	Tonnase (ton)
1.	10	4.641.950,61	12.069.071,59
2.	15	4.587.972,69	11.928.728,99
3.	20	4.354.832,80	11.322.565,28

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat adanya penurunan nilai volume dari berdasarkan variasi interval section yaitu pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik hasil Metode *Cross Section* interval kontur 5 meter

Pada grafik dapat dilihat bahwa pada section 10 m memiliki nilai paling tinggi dan 20 m memiliki nilai terendah atau semakin tinggi nilai section maka nilai volume semakin kecil begitu pula sebaliknya.

Cross Section Interval Kontur 10 Meter

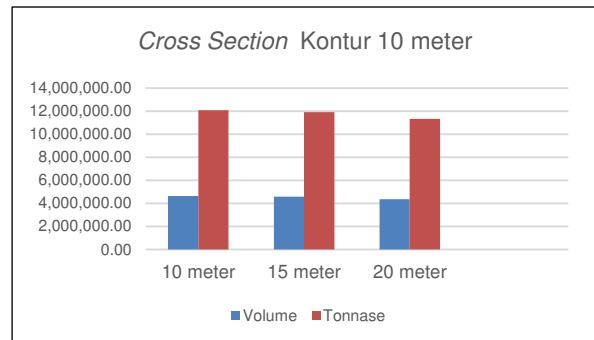
Pada Metode *Cross Section* interval kontur 10 m dengan pembuatan sayatan menggunakan interval section yaitu 10, 15, dan 20 m dengan pemotongan secara horizontal sehingga didapat jumlah sayatan yang berbeda antara masing-masing peta kontur. Hasil dari Metode *Cross Section* pada interval kontur 10 m dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Volume cadangan Metode *Cross Section* kontur 1 Meter

No	Interval Section (m)	Volume (m ³)	Tonnase (ton)
1.	10	4.641.950,61	12.069.071,59
2.	15	4.587.972,69	11.928.728,99

3. 20 4.354.832,80 11.322.565,28

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat adanya penurunan nilai volume dari berdasarkan variasi interval section yaitu pada Gambar 7 berikut.

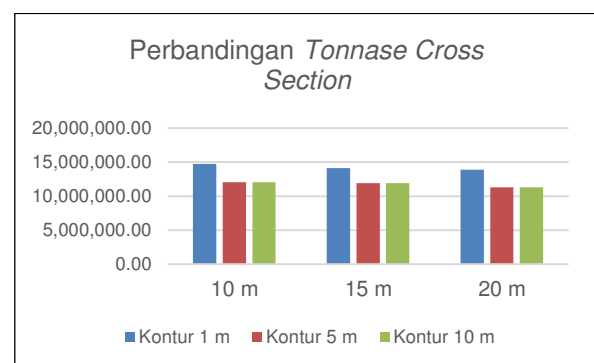


Gambar 7. Grafik hasil Metode *Cross Section* Interval Kontur 10 Meter

Pada grafik dapat dilihat bahwa pada section 10 m memiliki nilai paling tinggi dan 20 m memiliki nilai terendah atau semakin tinggi nilai section maka nilai volume semakin kecil begitu pula sebaliknya.

Analisis Perhitungan Metode *Cross Section*

Berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan menggunakan *Software Minescape 4.119* dan perhitungan secara manual pada Metode *Cross Section* dilakukan analisis perbandingan tonnase pada data cross section pada masing-masing interval kontur. Analisis perbandingan hasil pada Metode *Cross Section* dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan tonnase cross section

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa pada Metode *Cross Section* pada masing-masing interval kontur mengalami penurunan nilai tonnase pada tiap masing-masing section. Nilai tonnase pada kontur 1 m memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai tonnase pada kontur 5 dan 10 m. Pada interval section 10 m juga memiliki nilai tonnase paling tinggi dibandingkan dengan interval section 15 dan 20 m. Dari data tersebut diketahui bahwa semakin rapat kontur dan interval section maka hasil yang didapat akan semakin besar sedangkan semakin

renggang kontur dan interval section maka akan semakin kecil nilai *tonnage* yang didapat.

Hasil Perhitungan Metode *Contour*

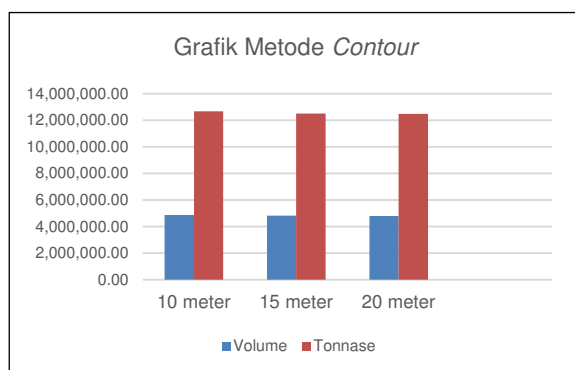
Penaksiran cadangan batu granit dengan Metode *Contour* digunakan pembuatan bentuk 3 dimensi berdasarkan variasi interval kontur yaitu 1, 5, dan 10 m menggunakan *Software Surpac 6.6.2*. Kemudian pada pengolahannya pembuatan garis terluar (*boundary*) untuk membantu dalam perhitungan bidang kontur dengan prinsip perhitungan luas setiap interval kontur dengan jarak yang sesuai dengan interval kontur dan dihitung menggunakan *Software Minescape 4.119*. Perhitungan dilakukan pada tiap kontur dengan menghitung kontur pada tiap elevasi kemudian dikelompokkan serta dilakukan penjumlahan sesuai masing-masing elevasi sehingga didapat luasan tiap elevasi kontur.

Untuk nilai volume total hasil pengolahan pada Metode *Contour* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Volume cadangan Metode *Contour*

No	Interval Kontur (m)	Volume (m ³)	<i>Tonnase</i> (ton)
1.	1	4.871.332,59	12.665.464,73
2.	5	4.808.473,06	12.502.029,97
3.	10	4.798.857,98	12.477.030,75

Dari Tabel 4 di atas diketahui bahwa pada Metode *Contour* yang memiliki dengan kontur interval 1 m memiliki total volume paling besar dan kontur dengan interval 10 m memiliki total volume terkecil yang berarti adanya penurunan pada setiap interval kontur yaitu pada Gambar 9.

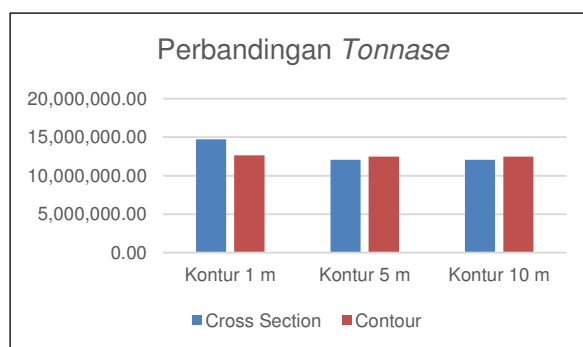


Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kontur yang memiliki interval lebih rapat memiliki nilai volume yang lebih besar dibandingkan dengan kontur yang memiliki interval lebih renggang. Hal ini berarti nilai kerapatan interval kontur berpengaruh dalam menentukan hasil dari perhitungan yaitu semakin rapat maka akan semakin besar nilai volume yang dihasilkan karena semakin rapat interval yang digunakan

maka semakin banyak bagian yang terhitung begitu juga sebaliknya.

Perbandingan Hasil Metode dan Perhitungan Umur Tambang

Perbandingan data berdasarkan hasil yang didapat dalam penaksiran cadangan menggunakan Metode *Cross Section* dan Metode *Contour* akan dilihat pada jumlah cadangan yang didapat pada masing-masing hasil pengolahan menggunakan *Software Minescape 4.119*. Data perbandingan yang digunakan pada Metode *Cross Section* menggunakan data *tonnage* tertinggi pada masing-masing interval kontur sedangkan data yang digunakan pada Metode *Contour* merupakan data keseluruhan hasil perhitungan yang sudah dilakukan. Perbandingan *tonnage* antara kedua metode dapat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbandingan *tonnage* Metode *cross Section* dan Metode *Contour*

Berdasarkan Gambar 10 diatas, grafik menunjukkan adanya selisih pada nilai *tonnage* batu granit antara Metode *Cross Section* dan Metode *Contour*. Selisih tersebut masing-masing yaitu pada kontur 1 m memiliki selisih sebesar 2.056.172,80 ton , pada kontur 5 m memiliki selisih sebesar 154.144,97 ton, dan pada kontur 10 m memiliki selisih sebesar 407.959,16 ton.

Perhitungan Umur Tambang

Untuk mengetahui lamanya umur tambang berdasarkan data perhitungan cadangan dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 3. Perhitungan umur tambang ini menggunakan data cadangan yang diketahui dan kemudian dibagi dengan data jumlah produksi per tahun sehingga akan didapat lamanya umur tambang.

Berdasarkan Rencana Kerja dan Anggaran Biaya (RKAB) PT Aditya Buana Inter Tahun 2017, jumlah target produksi perusahaan per bulan yaitu 10.000 m³ atau 120.000 m³ per tahun. Untuk perhitungan lamanya umur tambang, nilai total cadangan yang digunakan pada masing-masing metode yaitu nilai tertinggi pada masing-masing hasil volume yang sebelumnya sudah dilakukan perhitungan. Nilai cadangan yang digunakan yaitu pada Metode

Cross Section menggunakan data interval section 10 m sedangkan pada Metode *Contour* menggunakan data interval kontur 1 meter karena memiliki nilai yang paling tinggi dan dianggap yang paling mendekati kebenaran. Sesuai dengan data target produksi PT Aditya Buana Inter, maka perhitungan umur tambang yaitu sebagai berikut:

1. Umur Tambang dengan hasil Metode *Cross Section*

a. Kontur 1 m

$$\begin{aligned}\text{Umur tambang} &= \frac{5.662.168,28 \text{ m}^3}{120.000 \text{ m}^3/\text{tahun}} \\ &= 47, 184 \text{ tahun atau } 47 \text{ tahun}\end{aligned}$$

b. Kontur 5 m

$$\begin{aligned}\text{Umur tambang} &= \frac{4.749.186,40 \text{ m}^3}{120.000 \text{ m}^3/\text{tahun}} \\ &= 39,577 \text{ tahun atau } 40 \text{ tahun}\end{aligned}$$

c. Kontur 10 m

$$\begin{aligned}\text{Umur tambang} &= \frac{4.641.950,61 \text{ m}^3}{120.000 \text{ m}^3/\text{tahun}} \\ &= 38,683 \text{ tahun atau } 39 \text{ tahun}\end{aligned}$$

Dari perhitungan nilai umur tambang pada Metode *Cross Section* didapat nilai umur tambang rata-rata yaitu 42 tahun.

2. Umur Tambang dengan hasil Metode *Contour*

$$\begin{aligned}\text{Umur tambang} &= \frac{4.871.332,59 \text{ m}^3}{120.000 \text{ m}^3/\text{tahun}} \\ &= 40, 594 \text{ tahun atau } 41 \text{ tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan umur tambang diatas, untuk perhitungan lamanya umur tambang berdasarkan cadangan yang sudah dihitung dengan menggunakan Metode *Cross Section* yaitu didapat umur rata-rata 42 tahun sedangkan hasil perhitungan umur tambang yang menggunakan Metode *Contour* yaitu 41 tahun.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, antara lain:

1. Volume cadangan granit menggunakan Metode *Cross Section* pada masing-masing interval kontur yaitu 1, 5, dan 10 m memiliki total volume cadangan terbesar terletak pada kontur interval 1 m dengan interval *section* 10 m dengan volume sebesar 5.662.168,28 m³ sedangkan cadangan terkecil pada kontur 10 m dengan interval *section* 20 m dengan volume sebesar 11.322.565,28 m³.

2. Volume cadangan granit menggunakan Metode *Contour* dengan interval 1, 5, dan 10 m masing-masing adalah 4.871.332,59 m³,

4.808.473,06 m³, 4.798.857,98 m³ sedangkan tonnase masing-masing adalah 12.665.464,73 ton, 12.502.029,97 ton, 12.477.030,75 ton.

3. Perbandingan tonnase antara kedua metode yaitu pada kontur 1, 5, dan 10 m memiliki selisih masing-masing 2.056.172,80 ton, sebesar 154.144,97 ton, dan 407.959,16 ton. Pengaruh interval kontur dan interval *section* pada Metode *Cross Section* mempengaruhi hasil perhitungan nilai volume total cadangan dimana semakin rapat jarak kontur dan *section* yang memotong horizontal kontur maka hasil perhitungan akan semakin besar, sedangkan pada Metode *Contour* jarak kontur mempengaruhi perhitungan yaitu semakin rapat jarak kontur yang digunakan maka nilai perhitungan volume akan semakin besar serta umur tambang yang didapat dari data jumlah total cadangan tertinggi pada Metode *Cross Section* yaitu 42 tahun sedangkan untu umur tambang pada Metode *Contour* yaitu 41 tahun.

Daftar Pustaka

- Arno, P., Ilham, A., and Adi, T., 2010. *Studi Estimasi Cadangan Batu Kapur Dengan Metode Cross Section Dibandingkan Dengan Metode Kontur*. Teknik Pertambangan Hasanudin. Makasar
- Bayrak, G and Yilmaz, S. 2013. *Granite Based Glass-Ceramics Material*. ACTA Physica polonica No.2 proceeding of the 3rd international congress APMAS2013. Turkey.
- Brown, M., 2013. *Granite: From Genesis to Emplacement*. Geological Society of America Bulletin, Vol.25, No.7/8.
- Chen, G and Rodney, G. 2007. *Granite Genesis: In Situ Melting and Crustal Evolution*. Published by Springer.
- Cobbing, E.J. 1992. *The Granite of the South-East Asia Tin Belt*. London: British Geological Survey. England.
- Notosiswoyo.S.,2005. *Metode Perhitungan Cadangan*, Departemen Teknik Pertambangan Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. ITB. Bandung.
- Popoff, C.C., 1996. *Computing Reserves Of Mineral Deposits: Principles And Conventional Methods*. Bureau Of Mines.
- Purwaamijaya, I.M., 2008. *Teknik Survey dan Pemetaan Jilid 3*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Schwartz, M. O., Rajah, S. S., Askury, A. K., Putthapiban, P., Djaswadi, S. 1995. *The Southeast Asian Tin Belt*.Earth-Science Reviews volume 38 Issues 2-4: Elsevier B. V., p. 95-293.
- Sukandarrumidi, 1998. *Bahan Galian Industri*. Gajahmada University Press.