

**ESTIMASI CADANGAN BATUGAMPING GUNUNG POKERSO  
DENGAN METODE CONTOUR DAN METODE CROSS  
SECTION DI PT. SUGIH ALAMANUGROHO  
GUNUNG KIDUL YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**KURNIA RAHMADHANI HARAHAP  
NIM. 112100140**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2016**

**ESTIMASI CADANGAN BATUGAMPING GUNUNG POKERSO  
DENGAN METODE CONTOUR DAN METODE CROSS  
SECTION DI PT. SUGIH ALAMANUGROHO  
GUNUNG KIDUL YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
dari Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta**

**Oleh :**

**KURNIA RAHMADHANI HARAHAHAP  
NIM. 112100140**

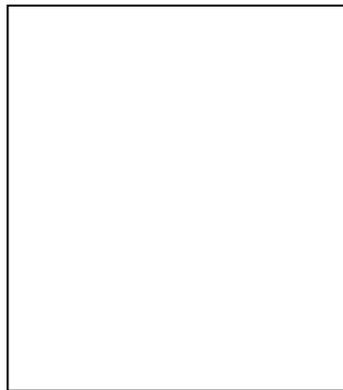


**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA  
2016**

**ESTIMASI CADANGAN BATUGAMPING GUNUNG POKERSO  
DENGAN METODE CONTOUR DAN METODE CROSS  
SECTION DI PT. SUGIH ALAMANUGROHO  
GUNUNG KIDUL YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**KURNIA RAHMADHANI HARAHAP  
NIM. 112100140**



Program Studi Teknik Pertambangan

Fakultas Teknologi Mineral

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Tanggal .....

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir.Drs. Abdul Rauf, MSc.

Ir. H. Hasywir Thaib Siri, MSc.

Rasa terima kasihku ini kupersembahkan kepada:

1. *Bapak dan Ibu tercinta*
2. *Keluarga besar Harahap dan Siregar*
3. *Mirtha Vrensia yang telah menemaniku selama ini*
4. *Rama Rantelalo,ST. yang selalu bersabar membantu selama ini*
5. *Anak Tambang “Mahasiswa Selow” 2010 dan anak kontrakan*
6. *Semua pihak yang telah memberikan support kepada penulis*

## RINGKASAN

PT Sugih Alamanugroho adalah perusahaan pertambangan batu gamping yang berada di Yogyakarta. Saat ini penambangan hanya dilakukan pada Gunung Sidowayah saja sedangkan gunung yang lain belum ditambang. Karena permintaan pasar yang semakin meningkat dan cadangan di Gunung Sidowayah yang semakin sedikit maka dilakukan perhitungan cadangan di Gunung Pokerso, agar setelah cadangan di Gunung Sidowayah habis dapat dilanjutkan ke Gunung Pokerso sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi.

Estimasi cadangan pada gunung pokerso PT. Sugih Alamanugroho dilakukan dengan menggunakan Metode Cross Section dan Metode Contour. Batas estimasi dibatasi dari elevasi 425 mdpl – 370 mdpl dan batas SIPD perusahaan tersebut. Adapun pengukuran luas dengan menggunakan bantuan program Autocad 2007.

Endapan bahan galian daerah penelitian termasuk dalam Endapan Bahan Galian A berdasarkan klasifikasi menurut Spero Carras. Hasil estimasi cadangan dengan menggunakan Metode Cross Section diperoleh cadangan yaitu sebesar 2.337.315 Ton dan 2.404.033 dengan menggunakan Metode *Contour*. Dengan sasaran produksi sebesar 40.320 Ton/tahun maka dapat dihitung umur tambang adalah untuk metode *Cross Section* sebesar 54,57 Tahun ( $\pm 55$  Tahun) sedangkan metode *Contour* sebesar 56,001Tahun ( $\pm 56$  Tahun).. Klasifikasi cadangan daerah penelitian berdasarkan SNI Amandemen 1-SNI-13-4726-1998 termasuk dalam Cadangan Terbukti ( *Proved Reserve* ).

## **ABSTRACT**

PT Sugih Alamanugroho is a limestone mining company which located in Yogyakarta. Currently the mining activity is only done on the mountain Sidowayah while others have not been mined. Due to the increasing market demand and dwindling reserves at Mount Sidowayah than it is necessary to calculate Mount Pokerso reserves, so that after Mount Sidowayah reserves run out mining activity can proceed to Mount Pokerso.

Reserves estimating on the Mountain Pokerso PT. Sugih Alamanugroho done using Cross Section Method and Contour Method. Estimation limit of the calculation is between elevation 425 meters above sea level - 370 meters above sea level and company SIPD. the calculation is done with Autocad 2007.

The research precipitate minerals included in the Minerals A classification according to Spero Carras. The results of limestone reserves estimation are 2.337.315 tons using Cross Section Method and 2.404.033 using Contour Method. Based on production target of 40.320 tons/year so the mining lifetime can be calculated. The lifetime calculation result using cross section method is 54.57 years ( $\pm 55$  years) while 56.001 years ( $\pm 56$  years) using contour method. Reserve classifications in this research based on ISO Amendment 1-SNI-13-4726-1998 included in Proved Reserves (Proved Reserve).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian di PT. Sugih Alamanugroho yaitu mulai tanggal 15 Oktober 2015 sampai dengan 10 Desember 2015.

Dalam kesempatan ini, disampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Oemar Sanusi, Kepala Pabrik PT. Sugih Alamanugroho.
2. M.H. Dulakhim, selaku pembimbing di lapangan.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

3. Prof.Dr.Ir. Sari Bahagiati Kusumayudha, M.Sc, selaku Rektor UPN “Veteran“ Yogyakarta.
4. Dr.Ir. Dyah Rini Ratnaningsih, MT, Dekan Fakultas Teknologi Mineral
5. Ir. Hj. Indah Setyowati, MT, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
6. Ir.Drs. Abdul Rauf, MSc. , Dosen Pembimbing I
7. Ir. H. Hasywir Thaib Siri, MSc. Dosen Pembimbing II
8. Seluruh Staf dan Karyawan PT. Sugih Alamanugroho

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi PT. Sugih Alamanugroho pada khususnya, dan para pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, Maret 2016

Penulis

(Kurnia R. Harahap)

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii

## BAB

I	PENDAHULUAN .....	1
	1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
	1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	1
	1.3. Identifikasi Masalah .....	2
	1.4. Batasan Masalah.....	2
	1.5. Metodologi Penelitian.....	3
	1.6. Manfaat yang diharapkan.....	3
	1.7. Hasil Yang Diharapkan.....	4
II	TINJAUAN UMUM .....	5
	2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	5
	2.3. Geologi Daerah Penelitian .....	6
	2.4. Sifat Fisik dan Kimia Batugamping .....	8
	2.5. Genesa Batugamping .....	10
	2.6. Kegiatan Pertambangan .....	11
III	DASAR TEORI .....	16
	3.1. Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan .....	16
	3.2. Klasifikasi Endapan Bahan Galian.....	19
	3.3. Dasar Pemilihan Metode Penaksiran Cadangan.....	21
	3.4. Dasar Teori Estimasi Cadangan .....	22
	3.5. Pengukuran Luas .....	25

IV	ESTIMASI CADANGAN .....	28
4.1.	Peta Topografi .....	28
4.2.	Metode Cross Section .....	30
4.3.	Metode Contour.....	37
4.4.	Penentu Umur Tambang .....	43
4.5.	Selisih Estimasi .....	44
V	PEMBAHASAN .....	45
5.1.	Estimasi Cadangan dengan Metode Cross Section dan Metode Contour .....	46
5.2.	Perbandingan Hasil Estimasi Cadangan .....	49
5.3.	UmurTambang Berdasarkan Hasil Estimasi Cadangan.....	50
VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
6.1.	Kesimpulan .....	51
6.2.	Saran .....	51
	DAFTAR PUSTAKA .....	52
	LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian. ....	6
2.2 Pemuatan dan Pengangkutan Batugamping.....	13
2.3 Tempat Penimbunan Batugamping. ....	14
2.4 Hammer Mill .....	15
2.5 Cyclone .....	15
3.1 Generalisasi Endapan Mineral. ....	20
3.2 Metode Cross Section.....	23
3.3 Metode Contour Pedoman Perubahan Bertahap .....	24
3.4 Penampang Endapan Mean Area. ....	26
3.5 Penampang Endapan Berbentuk Frustum.....	27
4.1 Peta WIUP PT. Sugih Alamanugroho.....	29
4.2 Gambar 3 D dari Gunung Pokerso .....	30
4.3 Peta Sayatan Sumberdaya.....	32
4.4 Ilustrasi 3 D Cadangan Batugamping.....	33
4.5 Peta Sayatan Cadangan Cross Section .....	35
4.6 Peta Sumberdaya Metode Contour.....	39
4.7 Peta Cadangan Metode Contour .....	41
5.1 Sayatan Linier .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Analisis Kimia Batugamping Daerah Penelitian. ....	10
3.1 Kriteria Klasifikasi Sumberdaya Mineral.....	18
4.1. Hasil Estimasi Sumberdaya Metode <i>Cross Section</i> .....	31
4.2. Hasil Perhitungan Cadangan Batu Gamping Metode <i>Cross Section</i> Dengan Batasan <i>Ultimate Pit Slope</i> .....	34
4.3 Hasil Estimasi Sumberdaya Metode <i>Contour</i> .....	38
4.4 Hasil Perhitungan Cadangan Batu Gamping Metode <i>Contour</i> Dengan Batasan <i>Ultimate Pit Slope</i> .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Curah Hujan.....	54
B. Data Lubang Bor.....	56
C. Dimensi Jenjang.....	58
D. SasaranProduksi PT. Sugih Alamanugroho.....	62
E. Penampang Sayatan Metode Cross Section.....	63
F. Perhitungan Cadangan Dengan Metode Cross Section.....	69
G. Penampang Contour Gunung Pokerso .....	77
H. Perhitungan Cadangan Dengan Metode Cross Section.....	83
I. Senyawa Kimia Batu Gamping Daerah Penelitian .....	92

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang Masalah**

Estimasi cadangan merupakan suatu pekerjaan yang penting dan besar tanggung jawabnya dalam mengevaluasi suatu proyek pertambangan. Seluruh keputusan teknis sangat tergantung pada pekerjaan tersebut. Estimasi cadangan didapatkan melalui perhitungan dan analisis terhadap data eksplorasi yang telah didapatkan yaitu hasil pengeboran dan hasil pemetaan topografi. Estimasi cadangan berfungsi untuk memberikan taksiran kuantitas (*tonase*), kualitas dari cadangan, jumlah cadangan serta dapat menentukan umur tambang, dan batas-batas penambangan.

PT. Sugih Alamanugroho merupakan salah satu perusahaan penambangan batugamping di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yang beroperasi di Desa Bedoyo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul. Berdasarkan SK Gubernur tahun 1991 IUP No.50/12/KPTS/1991 tertanggal 6 Juli 1991 yang kemudian diperpanjang dengan IUP No 25A/KPTS/IUP/110311108 tertanggal 8 November 2003 PT. Sugih Alamanugroho mempunyai IUP dengan luas wilayah 25 Ha yang terdiri dari beberapa gunung. Saat ini penambangan dilakukan di Gunung Sidowayah sedangkan gunung yang lain masih belum ditambang. Karena permintaan kebutuhan batugamping di pasaran yang semakin meningkat dan cadangan di Gunung Sidowayah yang semakin sedikit maka dilakukan perhitungan cadangan pada Gunung Pokerso agar setelah cadangan di Gunung Sidowayah habis maka penambangan dapat dilanjutkan di Gunung Pokerso sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan batugamping.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan dari penelitian estimasi cadangan batugamping gunung Pokerso dengan menggunakan metode Cross Section dan metode Contour ini adalah sebagai berikut :

### 1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mempergunakan data yang diperoleh dari hasil eksplorasi PT. Sugih Alamanugroho dalam usaha untuk mengestimasi cadangan Gunung Pokerso.

### 1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penaksiran cadangan batugamping gunung Pokerso dengan metode *Cross Section* (penampang tegak) dan metode *Contour* (Penampang Mendatar).
2. Membandingkan metoda penaksiran cadangan yang tepat berdasarkan data eksplorasi yang ada, yaitu dengan metode *Cross Section* (Penampang tegak) dan metode *Contour* (Penampang mendatar).
3. Menentukan umur tambang berdasarkan sasaran produksi PT. Sugih Alamanugroho yakni sebesar 140 Ton/hari.

## 1.3 Identifikasi Masalah

Data hasil eksplorasi yang berupa data bor yang dilakukan oleh PT. Sugih Alamanugroho perlu dianalisis untuk mengetahui kuantitas batugamping. Data yang digunakan terdiri dari data hasil pemboran di dua tempat. Batugamping yang ada di daerah penelitian mempunyai homogenitas yang tinggi dengan topografi yang berbukit.

Dari permasalahan yang disebutkan di atas dapat ditarik suatu identifikasi masalah yakni mengestimasi ulang dari cadangan batugamping yang ada, dengan menggunakan metode estimasi yang tepat, cepat dan mudah dilaksanakan, dengan biaya murah dan hasil estimasi yang representatif dengan mendasarkan pada conto yang ada dan topografinya, sehingga nantinya dapat diketahui besarnya cadangan dan umur tambangnya berdasarkan sasaran produksi yang direncanakan. Untuk meningkatkan keakuratan estimasi cadangan dilakukan dengan menggunakan perbandingan dua metode yaitu metode *Cross Section* dibandingkan dengan metode *Contour*.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Materi yang dibahas adalah terbatas pada penaksiran cadangan Batugamping yang mana Perhitungan cadangan menggunakan metode *Contour* dan metode *Cross Section* dengan asumsi data geoteknik seperti tambang yang ada di Gunung Sidowayah yang berjarak hanya beberapa meter dari lokasi penelitian dan elevasi terendah dalam perhitungan adalah rata dengan jalan
2. Lokasi penelitian adalah pada Gunung Pokerso PT. Sugih Alamanugroho.

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi Penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan di perpustakaan Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta dan dari Laporan Penelitian yang sudah dilakukan oleh pihak perusahaan
2. Survei Lapangan  
Survei lapangan dilakukan dengan cara meninjau lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi topografi di wilayah penelitian.
3. Pengumpulan Data :
  - ✓ Data Curah Hujan ( Lampiran A )
  - ✓ Data Lubang Bor ( Lampiran B )
  - ✓ Data Geoteknik ( Lampiran C )
  - ✓ Peta Topografi IUP
  - ✓ Pengelompokan Data  
Pengelompokan data dilakukan untuk mempermudah dalam pengolahan data selanjutnya.
  - ✓ Penaksiran Cadangan
  - ✓ Penaksiran cadangan dengan klasifikasi cadangan terkira dilakukan dengan menggunakan bantuan program AutoCad 2007 dan QuickSurf.
  - ✓ Pelaporan

### **1.6 Manfaat yang diharapkan**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberi masukan kepada perusahaan PT.Sugih Alamanugroho mengenai hasil penelitian yang diperoleh, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan proses selanjutnya.
2. Menambah referensi penelitian mengenai perhitungan cadangan batugamping.

### **1.7 Hasil Yang Diharapkan**

Hasil yang diharapkan adalah mengetahui jumlah potensi cadangan batugamping yang berada di wilayah IUP (Izin Usaha Pertambangan) PT. Sugih Alamanugroho.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

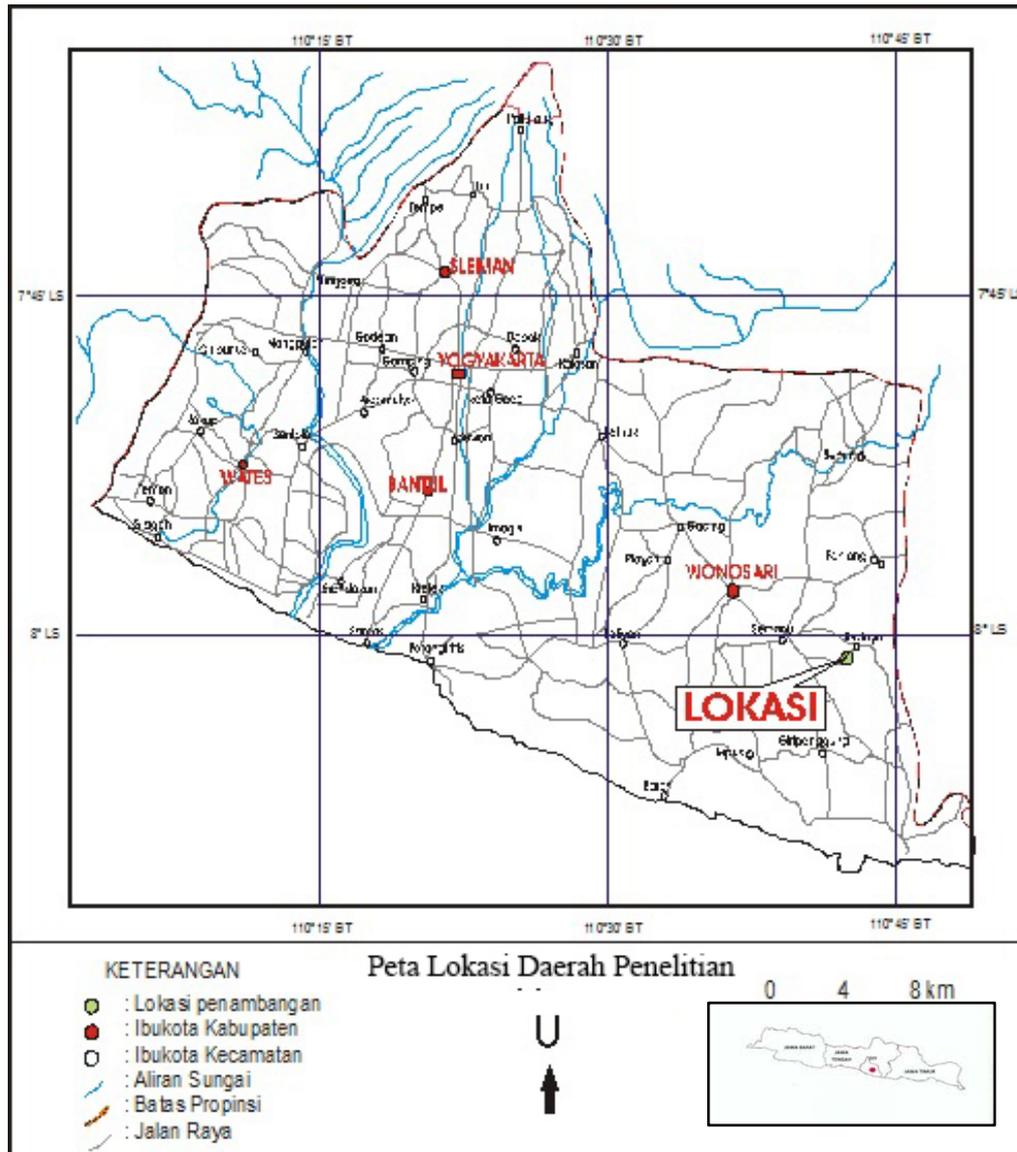
#### **2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Kuari batugamping yang diusahakan oleh PT. Sugih Alamanugroho secara administratif terletak di Dusun Bedoyo Kulon, Desa Bedoyo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara geografis terletak pada koordinat  $110^{\circ}44'00''$ – $110^{\circ}45'50''$  BT dan  $8^{\circ}01'10''$  –  $8^{\circ}01'20''$  LS, Sebagian besar wilayah Kabupaten Gunungkidul yaitu seluas  $1.341,71 \text{ km}^2$  atau 90,33 % berada pada ketinggian 100-500m di atas permukaan laut (dpl). Sedangkan sisanya 7,75 % terletak pada ketinggian kurang dari 100 m dpl, dan 1,92 % terletak pada ketinggian lebih dari 500-1000mdpl.

PT. Sugih Alamanugroho berada dengan batas wilayah di sebelah Utara terdapat jalan provinsi yang menghubungkan kota Wonosari dengan Kecamatan Pracimantoro. Di sebelah Barat merupakan daerah terbuka berupa lahan dengan beberapa bukit batugamping, berjarak  $\pm 1$  Km terdapat penambangan batugamping yang diusahakan oleh perusahaan lain yaitu PT. Anindya. Sebelah Selatan merupakan lading masyarakat sekitar dengan beberapa bukit batugamping dan di sebelah Timur berjarak  $\pm 1$  Km terdapat penambangan batugamping yang diusahakan oleh penduduk setempat, ( lihat gambar 2.1 ).

Dari kota Yogyakarta, lokasi penambangan dapat ditempuh melalui jalur Yogyakarta-Wonosari dengan jarak 42 km kemudian diteruskan dari Wonosari ke Desa Bedoyo dengan jarak 15 km. Sedangkan lokasi pabrik pengolahan batugamping berjarak 10 m sebelah selatan jalan raya Wonosari-Pracimantoro.

Daerah ini memiliki tingkat kesampaian daerah yang cukup baik, dalam arti mudah dijangkau dari berbagai arah dengan kendaraan roda dua atau roda empat dengan kondisi jalan beraspal ( Hot mix ). Untuk mencapai lokasi daerah penambangan batugamping di PT. Sugih Alamanugroho dapat ditempuh dengan rute Yogyakarta – Wonosari – Semanu – Bedoyo dengan waktu tempuh  $\pm 2$  jam.



Sumber : PT.Sugih Alamanugroho, 2015

Gambar 2.1  
Peta Lokasi Daerah Penelitian

## 2.2 Geologi Daerah Penelitian

Batuan Penyusun terdiri atas terdiri dari batugamping kristalin dan batu keprus. Batugamping kristalin merupakan batuan yang dominan yang dapat ditemukan di seluruh daerah Ponjong, berwarna kecoklatan, abu-abu, keras, kompak dan membentuk permukaan yang kasar. Keprus sendiri merupakan batugamping nonklastis yang secara megaskopis berwarna putih sampai kekuningan. Struktur geologi yang muncul di daerah Bedoyo adalah rekahan-

rekahan yang berpola tidak simetris, sedangkan batugamping nonklastis banyak terdapat rongga-rongga.

### 2.2.1 Fisiografi

Keadaan fisiografi di daerah Gunung Kidul terbagi menjadi 3 zona pengembangan antara lain:

- a) Zona Utara disebut wilayah Batur Agung dengan ketinggian 200 m - 700 m di atas permukaan laut. Keadaannya berbukit-bukit, terdapat sumber-sumber air tanah kedalaman 6 m-12 m dari permukaan tanah.
- b) Zona Tengah disebut wilayah pengembangan Ledok Wonosari, dengan ketinggian 150 m - 200 mdpl. Jenis tanah didominasi oleh asosiasi mediteran merah dan grumosol hitam, sehingga meskipun musim kemarau panjang, partikel-partikel air masih mampu bertahan. Terdapat sungai di atas tanah, tetapi dimusim kemarau kering kedalaman air tanah berkisar antara 60 m - 120 m dibawah permukaan tanah.
- c) Zona Selatan disebut wilayah pengembangan Gunung Seribu (Duizon gebergton atau Zuider gebergton), dengan ketinggian 0 m - 300 mdpl. Pada wilayah ini banyak dijumpai sungai bawah tanah.

### 2.2.2 Stratigrafi

Daerah penelitian termasuk dalam Formasi Wonosari yang tersusun atas satu satuan batugamping yang terdiri dari kalkarenit, batugamping terumbu dan kalsirudit.

- a) Kalkarenit  
Batuan segar berwarna putih, sedangkan yang lapuk berwarna coklat kehitaman. Terdiri dari allochem dan mikrit terdiri dari batugamping arenit, foram kecil, dan sparit karbonat.
- b) Batugamping Terumbu  
Batuan ini berwarna putih, warna lapuk coklat kehitaman, Terdiri dari algae, koral, cangkang, dan bersifat kompak.
- c) Kalsirudit  
Batuan segar berwarna putih, sedangkan yang lapuk berwarna coklat kehitaman dengan struktur massif.

### 2.2.3 Struktur Geologi

Pola struktur geologi yang terdapat di daerah penyelidikan sebagian besar berkaitan dengan gejala-gejala tektonik yang pernah berlangsung pada “Java Trench” dan pembentukan sistem pegunungan di selatan Jawa. Bentuk struktur yang terdapat di daerah penyelidikan dan sekitarnya selain diperkuat oleh kenampakan permukaan juga di dukung oleh karakteristik anomali geofisika (geomagnet, gayaberat dan head-on). Struktur yang ada di daerah penyelidikan adalah berupa Sesar, normal ( Bantul, Bambang Lipuro dan Mudal), sesar medatar (Parangkusumo, Soka Nambangngan dan Siluk), ketidak selarasan, kekar dan Kelarasan (fracturing).

Pada umumnya orientasi sesar SE-NW berkisar antara  $N 275^{\circ}W$  hingga  $N 310^{\circ} W$  dan NE-SW berkisar antara  $N20^{\circ}E$  hingga  $50^{\circ}E$ . Diantara sesar-sesar tsb diatas Sesar Parangkusumo dengan arah  $N 300^{\circ}W$ , menunjam  $80^{\circ}$  ke barat daya, merupakan sesar yang penting karena mengontrol pemunculan mata air panas Parangtritis. Sudut penunjam sesar menyebabkan pembukaan zona kekar (“fracturing zones”).

## 2.3 Sifat Fisik dan Kimia Batugamping

Berdasarkan analisa inti bor yang telah dilakukan oleh PT. Sugih Alamanugroho maka di dapatkan sifat fisik dan sifat kimia batugamping di daerah penelitian, diperoleh hasil :

### 2.3.1 Sifat Fisik

Berdasarkan sifat fisiknya batugamping di daerah Bedoyo dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu :

#### a) Batugamping keras

Batugamping ini bersifat kompak dan kristalin berwarna putih dan putih keabuan, kadang-kadang berwarna kecoklatan serta kekuningan. Karena batugamping mempunyai sifat yang reaktif terhadap air, maka banyak terdapat rekahan-rekahan (diaklast) pada lapisan batuan ini dengan pola yang tidak teratur. Rekahan-rekahan ini terisi oleh larutan tanah penutup setelah batugamping terbongkar, rekahan ini banyak ditemui sampai kedalaman empat meter lapisan terluar.

b) Batugamping Lunak

Batugamping ini lunak dan getas, berpori-pori (porous) kadang-kadang berfosil, berwarna putih bersih, kalau basah menjadi kekuningan. Batugamping ini sering disebut *caliche* (batu keprus, batu kapur atau *chalky limestone*). *Caliche* ini mempunyai sifat fisik yang berbeda dari batugamping pada umumnya, karena relatif lunak dan berwarna putih sampai kekuningan, terdiri dari cangkang fosil moluska, koral dan foraminifera, berbutir sedang sampai kasar, sarang (porous), lunak dan getas.

Analisis fisik yang dilakukan oleh Direktorat Sumber Daya Mineral Bandung, batugamping lunak (*caliche*) mempunyai derajat kecerahan yang tinggi (> 90%), sedangkan kemampuan daya serap terhadap minyak cukup baik (10 – 12 cc/100 gr), apabila digerus dapat mencapai kehalusan  $\pm 325$  mesh serta kandungan *silica* dan *oksida* besi yang rendah.

Sedangkan hasil penelitian sifat fisik batugamping yang dilakukan di Laboratorium PT. Sugih Alamanugroho didapatkan hasil sebagai berikut

1. Densitas : 1,8 Ton/m<sup>3</sup>
2. Derajat Kecerahan : 86% - 96%
3. Kekerasan : 2,5 – 3,3 (skala *Mohs*)
4. Faktor pengembangan : 0,57

### 2.3.2 Sifat Kimia

Batugamping adalah batuan sedimen yang secara kimiawi terdiri atas kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>). Berdasarkan hasil analisis kimia, batugamping di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu:

1. Batugamping dengan kadar CaO >50% - 56%, termasuk batugamping berkadar tinggi.
2. Batugamping dengan kadar CaO 46% - 50%, termasuk batugamping berkadar sedang.
3. Batugamping dengan kadar CaO < 45 %, termasuk batugamping berkadar rendah.

Berdasarkan uji Laboratorium, batugamping daerah Bedoyo terdapat kandungan seperti yang terlihat pada table 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1  
Analisis Kimia Batugamping Daerah Penelitian

PARAMETER	BM I A	BM I B	BM II C	BM II D
SiO <sub>2</sub>	0.08	0.3	0.55	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.04	0.04	0.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.13	0.09	0.1
CaO	55.43	54.56	54.31	54.82
CaCO <sub>3</sub>	98.98	97.43	96.98	97.89
MgO	0.25	0.64	0.72	0.44
Na <sub>2</sub> O	0.06	0.05	0.04	0.04
K <sub>2</sub> O	0.06	0.05	0.04	0.04
TiO <sub>2</sub>	0	0	0	0
MnO	0	0	0	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.08	0.1	0.04
SO <sub>3</sub>	0	0	0	0
H <sub>2</sub> O	0.18	0.14	0.17	0.22
HD	43.71	43.57	43.38	43.4

Sumber : PT.Sugih Alamanugroho, 20015

#### 2.4 Genesa Batugamping

Batugamping adalah batuan sedimen yang banyak mengandung senyawa CaCO<sub>3</sub>. Endapan ini digolongkan kedalam bahan galian industri. Proses terbentuknya batugamping dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, mekanik dan secara kimiawi

##### a) Organik

Proses pembentukan secara organik, terjadi karena adanya proses pengendapan yang berasal dari pengendapan cangkang kerang dan siput, foraminifera atau ganggang, juga terdiri dari kerangka binatang dan koral yang menghasilkan batugamping terumbu. Ciri khas batugamping jenis ini umumnya kristalin dan sering muncul pola – pola terumbu dan sisa – sisa cangkang binatang lunak.

##### b) Mekanik

Proses pembentukan secara mekanik dapat terjadi dari batugamping yang bahan pembentuknya sama dengan pembentukan secara organik, perbedaannya

karena telah terjadi perombakan, kemudian diendapkan lagi di tempat lain. Ciri khas batugamping jenis ini adalah adanya fragmen – fragmen butiran.

c) Kimiawi

Batugamping jenis ini terjadi pada kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, pada air laut maupun air tawar. Ciri khas batugamping jenis ini adalah kristalin, bahkan sering besar – besar seperti pada kalsit.

Batugamping di daerah penelitian termasuk dalam klasifikasi batugamping dengan pembentukan secara mekanik, yang mana daerah tersebut dulunya merupakan daerah laut dangkal yang banyak mengandung terumbu karang yang berasal dari pengendapan cangkang kerang dan foraminifera. Lama kelamaan lingkungan dari dasar pengendapan mengalami penurunan yang mengakibatkan semakin tebalnya lapisan endapan batugamping. Oleh karena adanya proses pengangkatan yang terjadi di daerah Bedoyo sehingga mengakibatkan munculnya batugamping ke permukaan seperti yang terlihat pada saat sekarang ini.

## **2.5 Kegiatan Pertambangan**

Kegiatan Pertambangan yang dilakukan oleh PT. Sugih Alamanugroho adalah dengan sistem tambang terbuka yaitu dengan melakukan kegiatan pengupasan tanah bagian atas untuk mengambil bahan galian yang terkandung didalamnya.

### **2.5.1 Kegiatan Pra Penambangan**

Kegiatan pra penambangan merupakan kegiatan awal yang dilakukan dengan tujuan untuk mempersiapkan lahan yang akan dilakukan penambangan. Kegiatan pra penambangan pada PT. Sugih Alamanugroho ini terdiri dari kegiatan dua kegiatan yaitu land clearing dan pengupasan lapisan tanah penutup.

a) Land Clearing (Pembersihan Lahan)

Land clearing adalah salah satu tahap awal dalam kegiatan pembukaan lahan tambang dengan cara membersihkan segala macam vegetasi yang terdapat pada lokasi tersebut. PT. Sugih Alamanugroho dalam melakukan kegiatan ini dilakukan secara manual yaitu dengan tanpa menggunakan alat mekanis. Umumnya vegetasinya berupa semak belukar dan pepohonan-pepohonan kecil,

Semua pekerjaan land clearing dilakukan oleh manusia. Kegiatan pembersihan vegetasi dilakukan secara bertahap, sesuai dengan lahan yang akan dibongkar.

b) Pengupasan lapisan tanah penutup

Pengupasan lapisan penutup merupakan upaya untuk memindahkan lapisan penutup yang terdiri dari tanah dan batugamping lapuk yang berada di atas cadangan batugamping, sehingga didapat permukaan kerja yang bersih dari pengotor dan tidak menghambat kegiatan selanjutnya.

Alat yang digunakan untuk mengupas tanah penutup adalah *Backhoe* dengan merek *Hitachi EX-200*. Ketebalan lapisan tanah penutup yang akan dikupas adalah sekitar 30 cm. Lapisan tanah penutup yang telah digali akan ditimbun pada areal yang kosong, material ini dimanfaatkan untuk pemadatan jalan tambang dan reklamasi.

#### 2.5.2 Kegiatan Penambangan

Penambangan batugamping di PT. Sugih Alamanugroho, dilakukan dengan cara tambang terbuka (kuari). Urutan kegiatan penambangan terdiri dari pengupasan lapisan penutup, pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan.

a) Pembongkaran batugamping

Pembongkaran batugamping merupakan upaya untuk melepaskan material batuan asalnya agar material tersebut dapat lepas atau terbongkar sehingga mudah dalam pemanfaatannya. Kegiatan pembongkaran yang dilakukan di PT. Sugih Alamanugroho dengan menggunakan *Hidroulic Rock Breaker* dan *Backhoe*. *Hidroulic Rock Breaker* akan digunakan untuk membongkar batugamping yang relatif keras, sedangkan untuk batugamping yang lebih lunak dapat dibongkar dengan menggunakan *Backhoe*.

b) Pemuatan

Kegiatan pemuatan adalah pengambilan material batugamping hasil pembongkaran untuk dimuat ke alat angkut. Adapun kegiatan pemuatan dilakukan dengan menggunakan *Backhoe*.

c) Pengangkutan

Kegiatan pengangkutan bertujuan untuk memindahkan batugamping hasil pembongkaran yaitu dari lokasi penambangan ke lokasi penimbunan (stock pile). Alat angkut yang digunakan adalah 3 unit *Dump Truck Mitsubishi Colt 100 PS*.

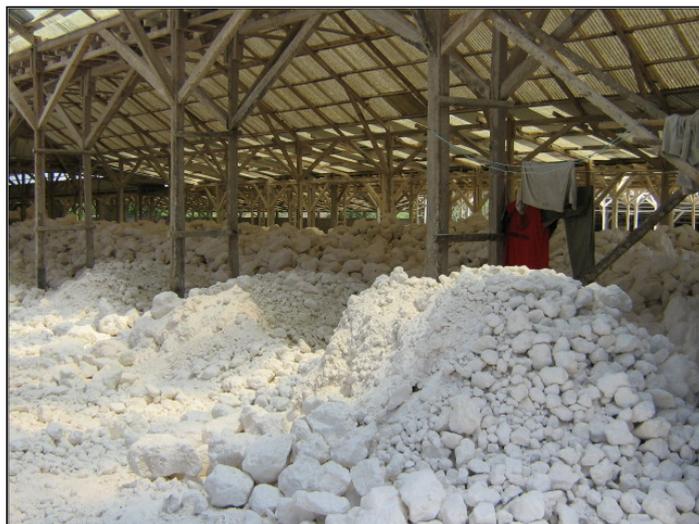


Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015

Gambar 2.2  
Pemuatan dan Pengangkutan Batugamping

### 2.5.3 Persiapan Pengolahan

Setelah proses penambangan selesai dikerjakan, maka batugamping dibawa ke barak-barak atau disebut *stock pile* yang mana PT. Sugih Alamanugroho memiliki 12 barak penjemuran guna dilakukan proses penjemuran. Proses penjemuran dilakukan selama 3–4 hari pada musim kemarau dan 6-7 hari pada musim penghujan. dan kemudian timbunan batugamping ini dibalik agar proses penjemuran lebih merata.



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 2.3  
Tempat Penimbunan Batugamping (*Stock Pile*)

#### 2.5.4 Pengolahan

Pengolahan batugamping keprus dimaksudkan untuk mendapatkan ukuran dan spesifikasi batugamping yang sesuai dengan permintaan pasar. Untuk saat ini PT. Sugih Alamanugroho memproduksi batugamping dengan ukuran 800 mesh dan 1200 mesh.

Proses pengolahan dimulai dengan :

1. Umpan dimasukkan ke dalam *Hammer Mill* ( lihat gambar 2.4 ) dengan ukuran 50–200 cm yang meremukkan umpan sehingga menghasilkan produk dengan ukuran 50 cm.
2. Produk dengan ukuran tersebut berjalan / diangkut dengan *belt conveyer*
3. Dan masuk ke dalam *Grundo* (Grinder) yang di dalamnya ada blower sebagai alat peniup sehingga produk *Grinder* ditiup menuju ke *Cyclone* ( lihat gambar 2.6 ), material yang kasar ke bawah, dan yang halus naik ke atas. *Cyclone I*, ukuran yang ringan, yang halus dimasukkan ke lubang kedua (*Cyclone II*), yang ke bawah 1200 mesh dan yang terbang ke atas - 1200 mesh. *Cyclone I* berfungsi untuk mengurangi tekanan udara.



*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015*

Gambar 2.4  
*Hammer Mill*

Proses terakhir adalah batugamping masuk ke *cyclone* dan menghasilkan batugamping dengan ukuran 800 mesh dan 1200 mesh.



*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2015*

Gambar 2.5  
*Cyclone*

#### 2.5.5 Pemasaran

Setelah melalui proses pengolahan, maka didapatkan batugamping dengan ukuran 800 mesh dan 1200 mesh, batugamping hasil dari pengolahan dikemas dalam ukuran 25 kg, 30 kg, dan 50 kg. Pemasaran batu gamping ini belum memasuki tahap ekspor, baru didistribusikan di Indonesia.

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

Dalam pertambangan dikenal suatu tahap yang disebut tahap Eksplorasi yaitu suatu pekerjaan untuk mengetahui dan mendapatkan ukuran, bentuk, letak, rata-rata dan jumlah sumberdaya dari suatu endapan. Penggunaan metode penaksiran sumberdaya yang tepat di dalam eksplorasi adalah tahapan terakhir untuk menentukan apakah endapan tersebut layak ditambang atau tidak.

Hasil dari perhitungan sumberdaya yang baik dapat menentukan investasi yang akan ditanam oleh investor, penentuan sasaran produksi dan cara penambangan yang akan dilakukan, bahkan dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam melaksanakan usaha penambangannya.

Maksud dari estimasi cadangan adalah untuk mengestimasi tonase cadangan dari suatu endapan bahan galian. Pada penelitian ini metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung cadangan batugamping di Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Sugih Alamnugroho adalah metode *Cross Section* dan metode *Contour*.

#### **3.1 Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan**

Menurut Standar Nasional Indonesia tentang Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan (SNI 13-4726-1998 beserta Amandemennya 13-4726-1998 / Amd I : 1999)

Klasifikasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan menurut Badan Standarisasi Nasional – BSN adalah :

##### **A. Sumberdaya Mineral (*Mineral Resource*)**

Yaitu suatu endapan mineral yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumberdaya mineral dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang. Klasifikasi sumberdaya mineral meliputi :

##### **1. Sumberdaya Mineral Hipotetik (*Hypothetical Mineral Resource*)**

Adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan perkiraan pada tahap survey tinjau.

2. Sumberdaya Mineral Tereka (*Inferred Mineral Resource*)

Adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan hasil tahap prospeksi.

3. Sumberdaya Mineral Terunjuk (*Indicated Mineral Resource*)

Adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh dari tahap eksplorasi umum.

4. Sumberdaya Mineral Terukur (*Measured Mineral Resource*)

Adalah sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan hasil tahap eksplorasi rinci.

B. Cadangan (*Reserve*)

Adalah bagian dari sumberdaya mineral yang telah diketahui ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas dan kualitasnya dan secara ekonomis, teknis, hukum, lingkungan dan sosial layak untuk ditambang pada saat perhitungan dilakukan. Cadangan dibagi menjadi 2 (dua) klasifikasi, yaitu :

1. Cadangan Terkira (*Probable Reserve*)

Adalah sumberdaya mineral terunjuk dan sebagian sumberdaya mineral terukur yang tingkat keyakinan geologinya masih rendah, berdasarkan studi kelayakan tambang semua faktor terkait telah terpenuhi, sehingga penambangan dapat dilakukan secara ekonomis.

2. Cadangan Terbukti (*Proved Reserve*)

Adalah sumberdaya mineral terukur yang dari segi teknis maupun ekonomis dapat dipertanggungjawabkan kemungkinannya untuk diproduksi dibandingkan dengan cadangan terkiraan berdasarkan harga bahan galian tambang umum pada saat taksiran tersebut dibuat beserta segala biaya yang berhubungan dengan penambangannya.

Dalam proses penambangan sering digunakan istilah atau jenis cadangan sebagai berikut:

1. Cadangan Geologi (*Geological Reserved*) adalah sejumlah cadangan yang batas-batasnya ditentukan oleh suatu model geologi. Dalam cadangan ini



Keterangan :

Angka-angka yang tertera pada Tabel 3.1 terdiri dari tiga digit berdasarkan fungsi tiga sumbu E, F, dan G yaitu:

E = Sumbu ekonomis (*Economic Axis*) untuk *economic viability*

F = Sumbu kelayakan (*Feasibility Axis*) untuk *feasibility assessment*

G = Sumbu geologi (*Geological Axis*) untuk *geological study*.

a. Digit pertama tentang sumbu ekonomis terdiri dari tiga angka yaitu:

Angka 1 menyatakan ekonomis

Angka 2 menyatakan berpotensi ekonomis

Angka 3 berintrinsik ekonomis (dari ekonomis ke berpotensi ekonomis)

b. Digit kedua tentang sumbu kelayakan terdiri dari tiga angka yaitu :

Angka 1 menyatakan studi kelayakan dan atau laporan penambangan

Angka 2 menyatakan studi pra kelayakan

Angka 3 menyatakan studi geologi

c. Digit ketiga tentang sumbu geologi terdiri dari empat angka yaitu:

Angka 1 menyatakan eksplorasi rinci

Angka 2 menyatakan eksplorasi umum

Angka 3 menyatakan prospeksi

Angka 4 menyatakan survei tinjau

### **3.2 Klasifikasi Endapan Bahan Galian**

Menurut Spero Carras, menentukan metode estimasi didasarkan pada :

1. Homogenitas endapan
2. Penyebaran kadar
3. Bentuk geometri

Menurut Spero Carras, endapan bahan galian diklasifikasikan menjadi :

1. Endapan Bahan Galian A atau Geometri Sederhana

Koefisien variasi yang rendah, dirinci menjadi dua jenis, yaitu :

a. Geometri Sederhana – Kadar Sederhana

Misalkan endapan batubara, besi, bauksit, nikel laterit dan tembaga stratabound.

b. Geometri Sederhana – Kadar Bervariasi

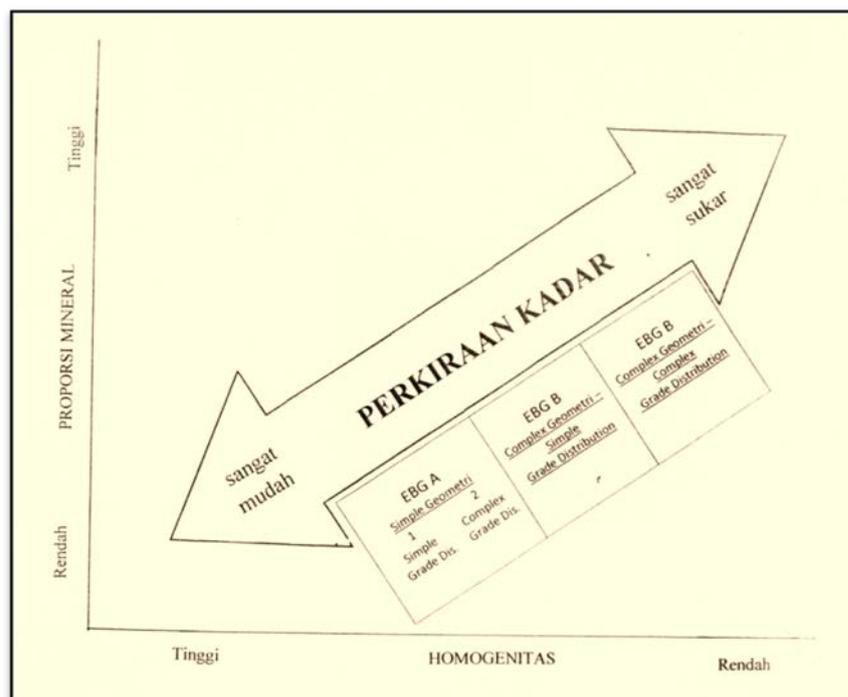
Misalkan endapan tembaga disseminated, emas stockwork

2. Endapan Bahan Galian B atau Geometri Kompleks - Kadar Sederhana  
Koefisien Variasi Rendah

Misalkan endapan base metal dengan bentuk geometri kompleks.

Ciri – ciri endapan kategori ini adalah :

- a. Kadar homogen dan faktor geometri kompleks
- b. Kadar pada batas endapan sangat bervariasi
- c. Analisis variografi perlu sebelum perhitungan geostatistik
- d. Hasil perhitungan umumnya berbeda setelah ditambang, perlu dikoreksi berdasarkan pengalaman penambangan
- e. Interpretasi geologi penting dalam penentuan batas cadangan
- f. Kadar yang tinggi perlu dikelola sendiri



Gambar 3.1  
Generalisasi Endapan Mineral

3. Endapan Bahan Galian C atau Geometri Kompleks - Kadar Bervariasi  
Koefisien variasi tinggi, misalkan endapan emas di Kalgoorlie Kanada

Ciri – ciri endapan kategori ini adalah :

- a. Bentuk geometri kompleks

- b. Kadar pada batas endapan sangat bervariasi
- c. Kadar pada tubuh bijihnya sendiri juga bervariasi sekali
- d. Pengambilan conto dan interpretasi geologi sangat penting
- e. Asumsi – asumsi subyektif geolog memegang peranan penting
- f. Umumnya metoda konvensional hasilnya relatif tepat
- g. *Mining factor* umumnya tidak memuaskan
- h. Estimasi lokal tergantung dari grid pengambilan conto

### 3.3 Dasar Pemilihan Metode Penaksiran Cadangan

Masing-masing metode penaksiran cadangan memiliki kelemahan dan kelebihan. Diusahakan dalam penentuan metode penaksiran cadangan harus melihat penyebaran endapan secara utuh, sehingga metode yang dipilih dapat mewakili sifat dan bentuk endapan tersebut. Semakin tepat penentuan metode penaksiran yang digunakan maka hasil yang diperoleh akan lebih akurat dan representative. Secara umum pertimbangan penentuan metode penaksiran cadangan mineral tergantung pada :

1. Tujuan Penaksiran  
Tujuan penaksiran cadangan yang dilakukan di lokasi penelitian ini bertujuan untuk konstruksi atau perencanaan tambang.
2. Tahapan Eksplorasi  
Tahapan eksplorasi yang dilakukan di lokasi penelitian adalah tahapan eksplorasi detail. Bila tahapan eksplorasi semakin meningkat maka tingkat kepercayaan semakin dapat dipercaya.
3. Metode Eksplorasi  
Metode eksplorasi dapat dibagi menjadi dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Metode eksplorasi yang dilakukan di lokasi penelitian adalah metode eksplorasi secara langsung dengan melakukan survey dan mengamati singkapan.
4. Jenis Bahan Galian  
Jenis bahan galian yang dihitung sumberdayanya adalah jenis bahan galian batuan.
5. Klasifikasi Bahan Galian berdasarkan geometrinya

Klasifikasi bahan galian berdasarkan geometrinya termasuk dalam geometri sederhana, bahan galian terletak di permukaan dan mengikuti lapisan permukaan.

6. Waktu dan biaya yang tersedia

Keterbatasan waktu dan biaya menjadi faktor penting dalam penentuan metode penaksiran sumberdaya.

Memperhatikan beberapa hal tersebut maka metode yang digunakan untuk perhitungan sumberdaya batugamping di daerah penelitian menggunakan metode *Cross Section* yang dibandingkan dengan metode *Contour*.

### 3.3.1 Dasar Pemilihan Metode *Cross Section*

Metode ini digunakan karena :

1. Mudah dan cepat dalam proses perhitungannya.
2. Metode ini dapat digunakan untuk menghitung cadangan yakni dengan memasukkan asumsi sudut lereng .
3. Morfologi daerah penelitian yang terdiri dari daerah perbukitan dan dataran rendah yang memiliki relief yang membedakan daerah satu dengan daerah yang lainnya.

### 3.3.2 Dasar Pemilihan Metode *Contour*

Metode ini digunakan karena :

1. Metodanya cocok di gunakan sebagai pembanding metode *Cross Section*.
2. Diterapkan untuk endapan mineral industri yang diestimasi volume  $m^3$  cadangan batugamping

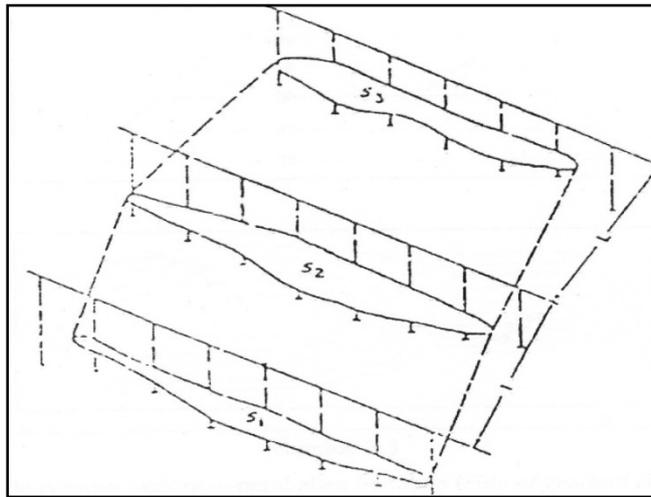
## 3.4 Dasar Teori Estimasi Cadangan

Maksud dari estimasi cadangan adalah untuk menentukan jumlah dan kualitas yang dapat dipertanggung jawabkan untuk eksploitasi bahan galian secara komersil. Dalam penelitian ini digunakan metode *Cross Section* dan *Contour* yang masing-masing dipengaruhi oleh interpretasi analitis yaitu dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*).

### 3.4.1 Metode *Cross Section*

Metode *Cross Section* adalah salah satu metode estimasi cadangan yang memiliki tahapan pokok membagi endapan kedalam blok-blok dengan cara membuat suatu seksi geologi dengan interval tertentu dimana jaraknya sama atau berbeda sesuai dengan keadaan geologi dan kebutuhan penambangan (Popoff Constantine,1966).

Ada beberapa tahap yang dilakukan pada metode *cross section* dengan pedoman perubahan bertahap :



Gambar 3.2  
Metode *Cross Section*

Keterangan Gambar 3.3:

$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  = luas setiap penampang ( $m^2$ )

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  = jarak antar penampang (m)

- a. Tahap pertama  
Membagi endapan mineral menjadi blok-blok dengan interval tertentu. Interval diantara berbagai bagian boleh konstan atau berubah-ubah sesuai dengan syarat-syarat geologi dan penambangan. Bila interval tidak sama, rumus-rumus untuk komputasi menjadi agak lebih rumit.
- b. Tahap kedua  
Membuat sayatan pada garis kontur yang memotong endapan batugamping, Blok penambangan dibatasi oleh dua buah penampang atau sayatan dan sebuah bidang permukaan yang tidak teratur. Masing-masing blok terakhir dibatasi oleh bidang permukaan yang tidak teratur.
- c. Tahap ketiga

Menghitung luas masing-masing sayatan.

d. Tahap keempat

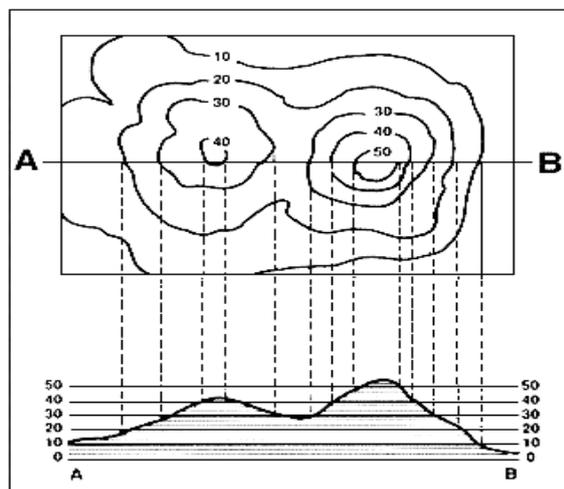
Pedoman perubahan bertahap dilakukan dengan prosedur matematik dan prosedur grafis. Kedua prosedur ini sama-sama menggunakan fungsi linier. Secara numerik, perubahan kondisi endapan mineral dianggap sama disepanjang garis lurus yang menghubungkan dua titik pengamatan. Pedoman ini dapat diterapkan untuk interpretasi kadar, berat, luas, volume dan tonase cadangan.

e. Tahap kelima

Menentukan volume dengan menggunakan rumus *mean area* atau *frustum*, tergantung bentuk kedua penampang sayatan (silindris atau kerucut terpancung).

### 3.4.2 Metode *Contour*

Pembuatan kontur secara interpolasi titik-titik yang telah diketahui ketinggian topografinya. Diterapkan untuk endapan berbentuk *quarry* (mineral industri) dan yang diestimasi volume m<sup>3</sup> cadangan batugamping. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3  
Metode *Contour* pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*)

Dari perhitungan cadangan ini menggunakan metode *Cross Section* dan metode *Contour* juga berdasarkan klasifikasi Spero Carras yang menyebutkan bahwa untuk menentukan metode perhitungan cadangan berdasarkan 3 hal, yaitu :

Homogenitas (Keseragaman) dari suatu endapan bahan galian, batugamping di daerah penelitian memiliki homogenitas yang tinggi, terlihat dari secara fisik yang menunjukkan kesamaan warna dan kekerasan yang juga relatif sama. Bentuk Geometri, bentuk geometri di daerah penelitian termasuk kepada geometri sederhana. Dari hal tersebut maka dapat ditentukan metode yang pas dalam perhitungan cadangan, yaitu metode *Cross Section* karena metode *Cross Section* mudah diadaptasikan pada endapan mineral yang homogen dan sebagai pembandingnya digunakan metode *Contour*.

Untuk perhitungan volume cadangan batugamping diukur dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Melihat bentuk kontur secara keseluruhan.
- b. Mengukur luas kontur yang mencolok kemiringannya.
- c. Menghitung volume antara dua luas pengukuran kontur.
- d. Memakai rumus volume yaitu rumus *mean area* atau *frustum*, tergantung bentuk kedua penampang (silindris atau kerucut terpancung) yang sesuai dengan bentuknya.

Pedoman perubahan bertahap dilakukan dengan prosedur matematik dan prosedur grafis. Kedua prosedur ini sama-sama menggunakan fungsi linier. Secara numerik, perubahan kondisi endapan mineral dianggap sama disepanjang garis lurus yang menghubungkan dua titik pengamatan.

### **3.5 Pengukuran Luas**

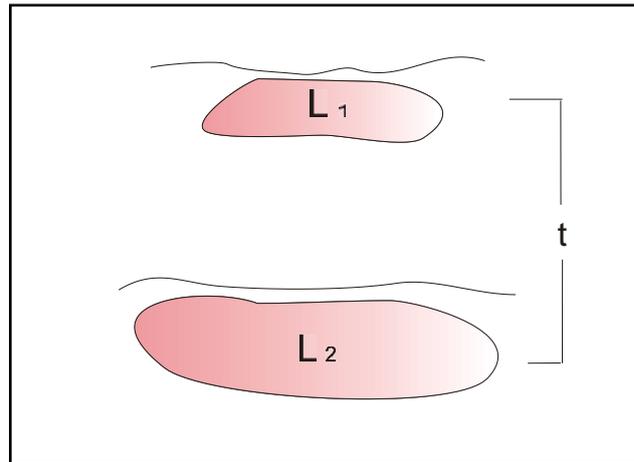
Pengukuran luas baik metode *Contour* ataupun metode *Cross Section* dilakukan dengan bantuan penggunaan program komputer yaitu *AutoCad 2007*. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan luas adalah, pertama yaitu pembuatan sayatan pada peta, kemudian membuat penampang-penampang sayatan. Langkah kedua adalah penghitungan luas masing-masing penampang tiap sayatan yang telah dibuat dengan prosedur yang telah ada di *AutoCad* . Setelah luas didapatkan, maka dilanjutkan dengan perhitungan volume.

### **3.6 Perhitungan Volume**

Perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu dengan menggunakan rumus *mean area* atau rumus *Frustum*.

### 3.6.1 Mean Area

Rumus *Mean Area* merupakan salah satu rumus yang digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan Luas  $L_1$  dan  $L_2$  dengan jarak  $t$ , seperti yang terlihat pada gambar 3.4 dengan memenuhi  $L_1$  relatif sama  $L_2$  atau  $(L_1/L_2)$  lebih besar 0,5 sampai mendekati 1.



Gambar 3.4  
Penampang Endapan Mean Area

Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batugamping dengan menggunakan rumus *Mean Area* adalah sebagai berikut ;

$$V = \frac{(L_1 + L_2)}{2} t_1 + \dots + \frac{(L_{n-1} + L_n)}{2} t_n$$

Keterangan :

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  = luas setiap penampang ( $m^2$ ).

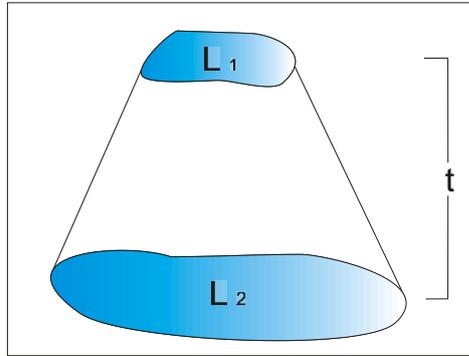
$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  = jarak antar penampang (m).

### 3.6.2 Frustum

Rumus *Frustum* merupakan salah satu rumus yang juga digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus ini digunakan apabila volume endapan mempunyai bentuk seperti kerucut terpancung, dengan  $L_1/L_2$  lebih kecil 0,5. Seperti yang terlihat pada gambar 3.5 di berikut ini.

Adapun persamaan untuk mengestimasi volume batugamping dengan menggunakan rumus *Frustum* adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{t}{3} (L_1 + L_2 + \sqrt{L_1 \times L_2}) + \dots + \frac{t}{3} (L_{n-1} + L_n + \sqrt{L_{n-1} \times L_n})$$



Gambar 3.5

Penampang Endapan Berbentuk Frustum

Keterangan :

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  = luas setiap penampang ( $m^2$ ).

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  = jarak antar penampang (m).

## **BAB IV**

### **ESTIMASI CADANGAN**

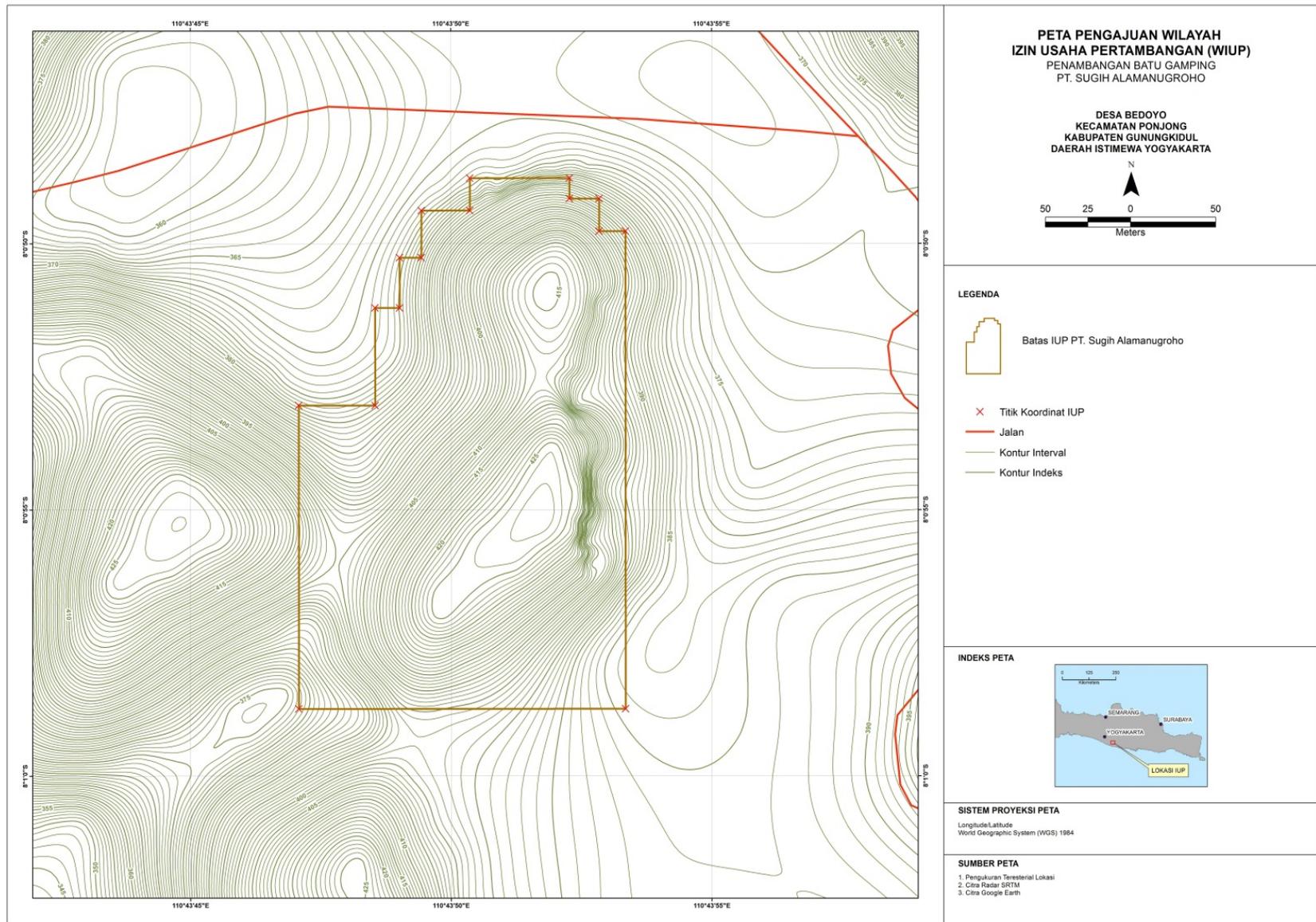
Metode estimasi cadangan yang digunakan untuk mengestimasi cadangan batugamping di PT. Sugih Alamanugroho yang beroperasi di Desa Bedoyo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul yaitu dengan menggunakan metode *Cross Section* dan metode *Contour* yang masing-masing dipengaruhi oleh interpretasi analitis yaitu dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*). Estimasi cadangan dapat berfungsi untuk memberikan taksiran kuantitas (tonase), jumlah cadangan serta dapat menentukan umur tambang. Dasar pertimbangan penggunaan metode di atas adalah batugamping mempunyai homogenitas yang tinggi, mudah dilaksanakan dan cepat, morfologi daerah penelitian terdiri dari morfologi bergelombang landai sampai bergelombang sedang dan hasil estimasi representatif.

Estimasi cadangan batugamping pada daerah penelitian, dibatasi sampai kedalaman (datum plane) 370 m di atas permukaan air laut., dengan tebal lapisan tanah penutup sekitar 0,3 m.

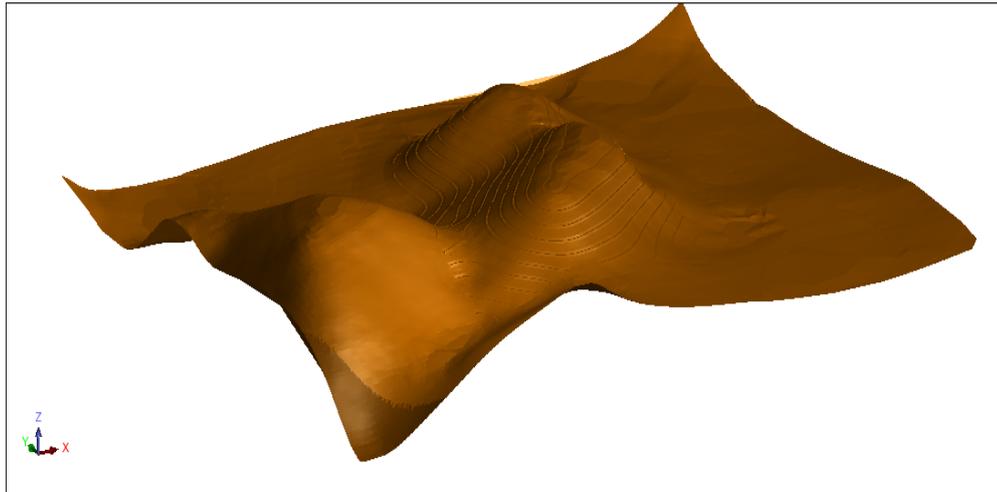
#### **4.1 Peta Topografi**

Peta yang tersedia dapat digunakan sebagai dasar informasi dari pemetaan ini menggunakan peta pengajuan wilayah ijin usaha pertambangan (WIUP) dengan skala 1 : 1000. Tujuan melakukan pemetaan ini adalah untuk menyediakan peta dasar bagi aktifitas selanjutnya, seperti estimasi sumberdaya dengan metode *Cross Section* dan metode *Countur*, estimasi cadangan, kegiatan penambangan nantinya dan batas-batas wilayah IUP, dokumen dinas pertambangan.

Bentuk topografi daerah penelitian berupa lereng dan bukit dengan kontur tertinggi berada 427 mdpl dan kontur terendah berada di 344 mdpl. Tebal lapisan tanah penutup di daerah penelitian rata-rata mempunyai tebal 0,3 m. Luas dari wilayah IUP daerah penelitian dengan luas 5 ha seperti dapat (dilihat Gambar 4.1.)



Gambar 4.1  
 Peta Topografi Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Sugih Alamanugroho



Gambar 4.2  
Gambar 3D Gunung Pokerso

#### 4.2 Metode Cross Section

Pada metode *cross section* digunakan pedoman perubahan bertahap dan tidak menggunakan pedoman titik terdekat dikarenakan kondisi endapan mineral dianggap sama sepanjang garis lurus yang menghubungkan dua titik pengamatan. Kondisi batu gamping mempunyai sifat homogenitas yang tinggi. Sehingga dengan menggunakan pedoman perubahan bertahap, perhitungan sudah cukup akurat. Sedangkan jarak antar sayatan 30 meter dipilih karena dirasa sudah cukup akurat.

Adapun langkah - langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

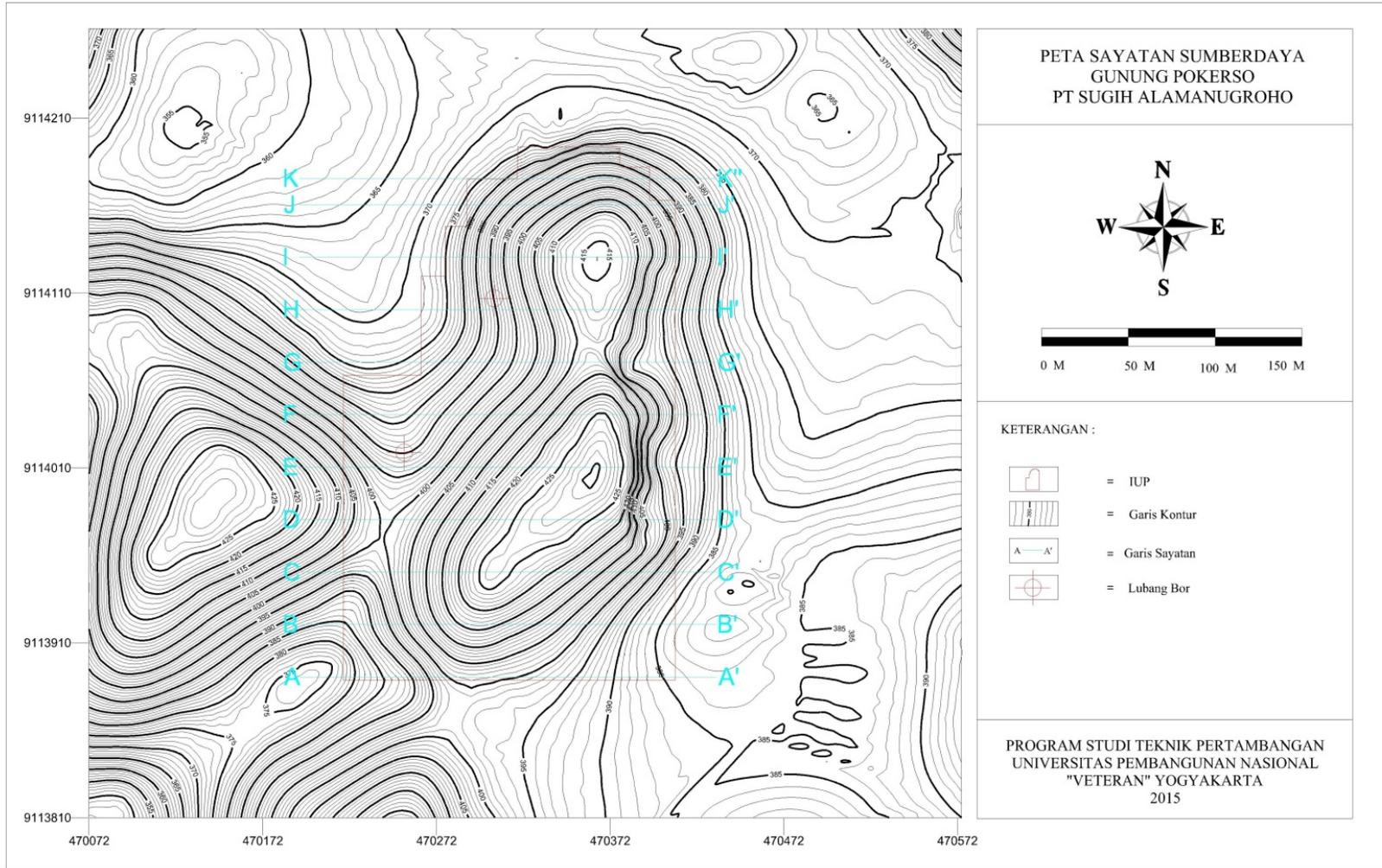
- 1) Membuat sayatan pada peta topografi daerah penelitian dengan jarak antar sayatan 30 meter sesuai dengan keadaan geologi yang diasumsikan dapat mewakili daerah sekitarnya. Dalam hal ini dibuat sayatan sebanyak 11 sayatan ( sayatan A-A' sampai dengan sayatan K-K' ) yang terbagi dalam 10 blok (Lampiran E).
- 2) Kemudian dilakukan penggambaran sayatan (penampang tegak) dari masing-masing sayatan.
- 3) Setelah itu menghitung luas dari masing - masing penampang dengan menggunakan *Software AutoCad* dan *Quicksurf*.

- 4) Menghitung volume batu gamping secara keseluruhan dengan menggunakan rumus *Mean Area* ataupun rumus *Frustum* serta dibuat dalam bentuk tabel seperti berikut.
- 5) Tonase didapatkan dengan cara mengalikan volume yang telah di dapat dikalikan dengan densitas batu gamping sebesar 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Hasil estimasi sumberdaya dengan metode *Cross Section* dengan menggunakan *Software AutoCad* dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1  
Hasil Estimasi Sumberdaya Metode *Cross Section*

NO	Sayatan	Luas (m <sup>2</sup> )	L1/L2	Jarak (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (Ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)
1	A-A'	4328,318	0,7272	30	154.208	1,8	277.575
	B-B'	5952,237					
2	B-B'	5952,237	0,7674	30	205.627	1,8	370.129
	C-C'	7756,236					
3	C-C'	7756,236	0,9137	31	251.796	1,8	453.232
	D-D'	8488,638					
4	D-D'	8488,638	1,1076	32	258.439	1,8	465.190
	E-E'	7663,778					
5	E-E'	7663,778	1,2238	33	229.777	1,8	413.598
	F-F'	6262,085					
6	F-F'	6262,085	1,5947	34	173.213	1,8	311.783
	G-G'	3926,916					
7	G-G'	3926,916	0,9755	35	139.171	1,8	250.508
	H-H'	4025,726					
8	H-H'	4025,726	0,8800	36	154.809	1,8	278.657
	I-I'	4574,793					
9	I-I'	4574,793	1,9141	37	128.849	1,8	231.927
	J-J'	2389,994					
10	J-J'	2389,994	1,8366	38	70.135	1,8	126.243
	K-K'	1301,326					
Total Sumberdaya Batu Gamping							3.178.842

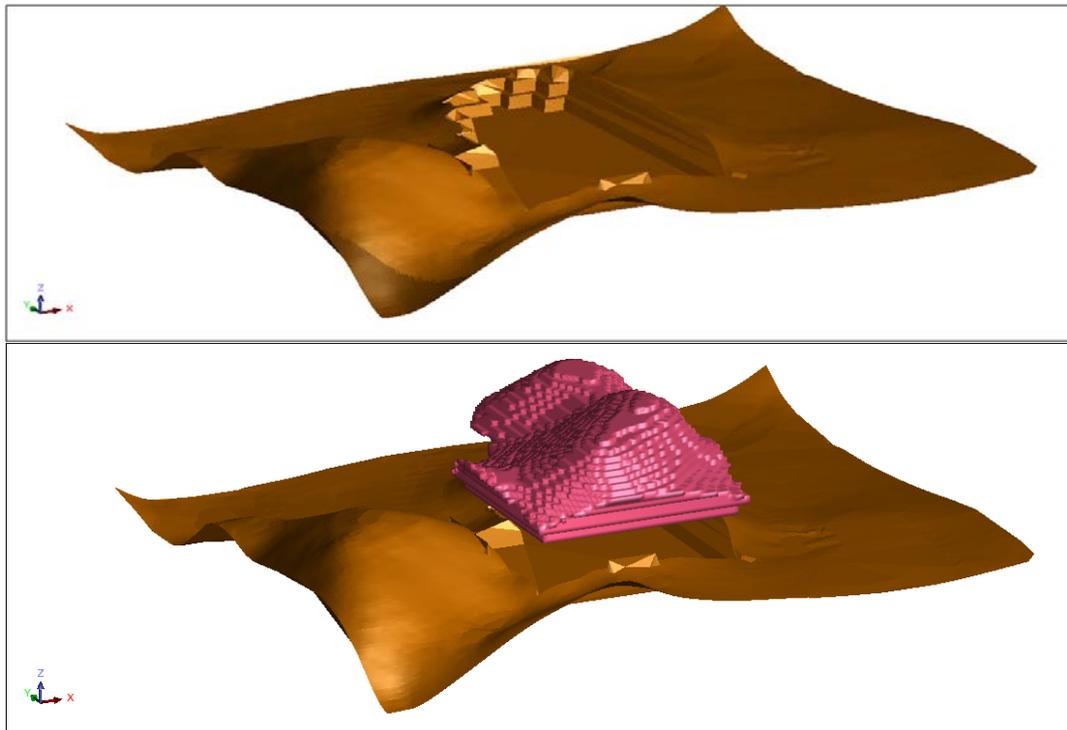


Gambar 4.3  
Peta Sayatan Sumberdaya

Langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung cadangan batu gamping dengan batasan *Ultimate Pit Slope* seperti pada langkah c, d, e, pada langkah metode cross section di atas sehingga di dapatkan total tonase dari cadangan dengan batasan *Ultimate Pit Slope*.
- b. Setelah didapatkan total tonase dari cadangan batu gamping dengan batasan *Ultimate Pit Slope* kemudian dilakukan pengurangan terhadap total dari sumberdaya batugamping.
- c. Dari hasil perhitungan tersebut kita dapatkan cadangan sebelum dikurangi oleh faktor – faktor koreksi, adapun faktor koreksi antara lain adalah batasan *Ultimate Pit Slope*, tanah penutup, dan kesalahan manusia.
- d. Untuk mendapatkan umur tambang kita dapat membagi total cadangan tertambang dengan sasaran produksi dari perusahaan, adapun sasaran produksi yang telah di tetapkan dapat dilihat pada Lampiran D.

Ilustrasi cadangan batugamping pada gunung pokerso dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.4

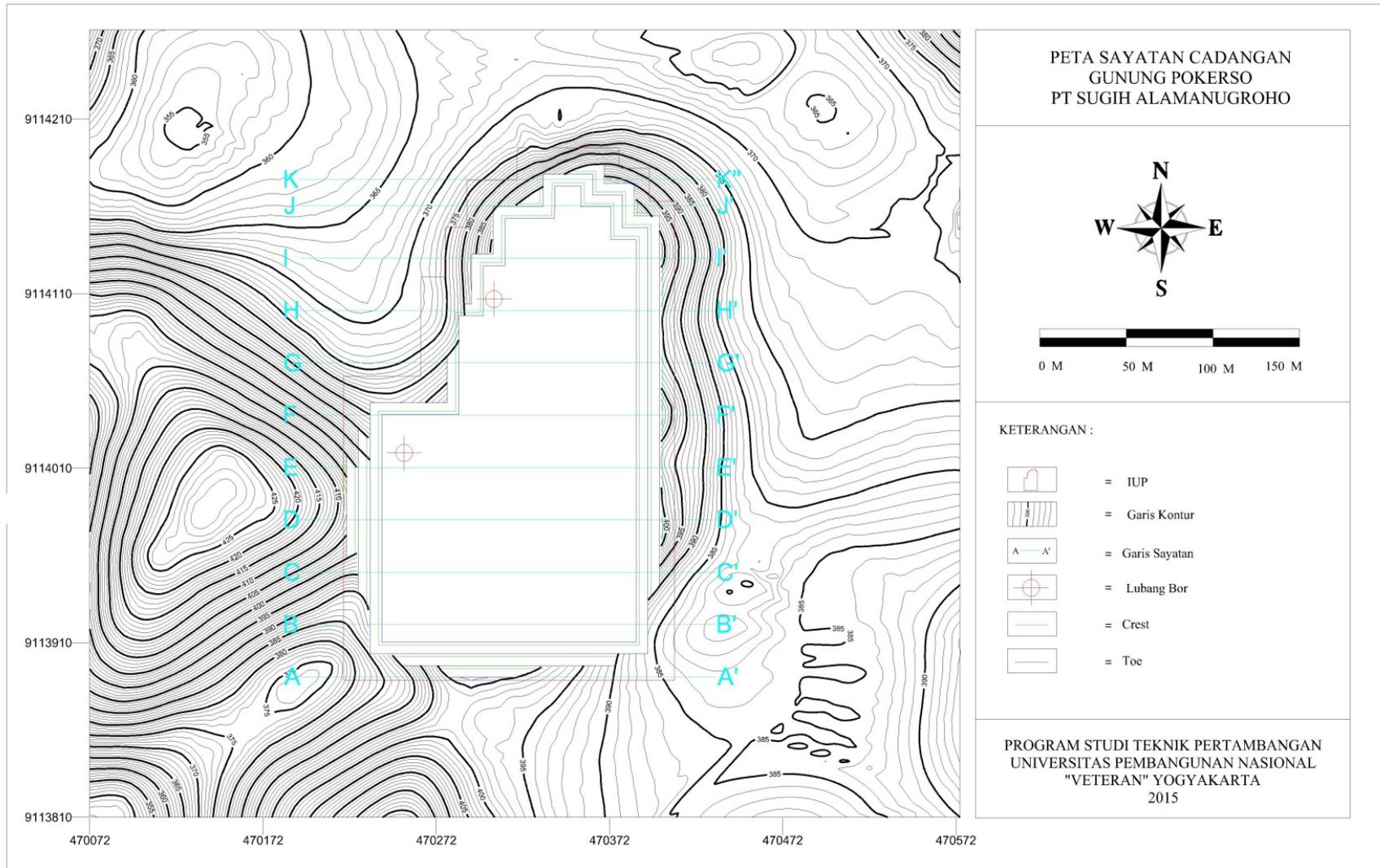
Ilustrasi 3D Cadangan Batugamping

Hasil perhitungan cadangan Batu Gamping dengan batasan *Ultimate Pit Slope* pada lokasi penelitian dengan menggunakan *Software AutoCad* dapat di lihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2

Hasil Perhitungan Cadangan Batu Gamping Dengan Batasan *Ultimate Pit Slope* Menggunakan *Software Autocad*

NO	Sayatan	Luas (m <sup>2</sup> )	L1/L2	Jarak (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (Ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)
1	A-A'	74,7964	0,0139	30	60.973	1,8	109.751
	B-B'	5387,6765					
2	B-B'	5387,6765	0,7717	30	185.541	1,8	333.973
	C-C'	6981,708					
3	C-C'	6981,708	0,9211	30	218.419	1,8	393.155
	D-D'	7579,5819					
4	D-D'	7579,5819	1,1123	30	215.910	1,8	388.638
	E-E'	6814,4309					
5	E-E'	6814,4309	1,2383	30	184.759	1,8	332.567
	F-F'	5502,8496					
6	F-F'	5502,8496	1,6427	30	132.790	1,8	239.023
	G-G'	3349,8365					
7	G-G'	3349,8365	1,0114	30	99.929	1,8	179.872
	H-H'	3312,095					
8	H-H'	3312,095	0,9331	30	102.923	1,8	185.262
	I-I'	3549,4704					
9	I-I'	3549,4704	2,1531	30	77.971	1,8	140.347
	J-J'	1648,5665					
10	J-J'	1648,5665	1,7846	15	19.293	1,8	34.727
	K-K'	923,788					
TOTAL TONASE CADANGAN BATU GAMPING							2.337.315



Gambar 4.5  
Peta Sayatan Cadangan Cross Section

Besarnya Sumberdaya batugamping sebelum dikurangi faktor koreksi adalah sebesar 3.178.842 Ton ( dimisalkan dengan huruf A ) . Kemudian dilakukan perhitungan faktor-faktor koreksi sebagai berikut :

a) *Ultimate Pit Slope*

Tonase Sumberdaya batugamping setelah dikurangi dengan tonase cadangan batugamping dengan batasan *Ultimate Pit Slope* (dimisalkan dengan huruf B ) sebesar:

$$\begin{aligned} &= \text{Sumberdaya batugamping sebelum dikurangi faktor koreksi} - \text{tonase} \\ &\quad \text{cadangan batugamping dengan batasan } \textit{Ultimate Pit Slope} \\ &= A - B \\ &= 3.178.842 \text{ Ton} - 2.337.315 \text{ Ton} \\ &= 841.528 \text{ ( Cadangan yang tidak tertambang )} \end{aligned}$$

b) Tanah Penutup

Tebal rata-rata tanah penutup yang terdapat di daerah penelitian sebesar 0,3 meter, di mana luas daerah penelitian adalah sebesar 50.000 m<sup>2</sup> sehingga besarnya Tonase batugamping berkurang sebanyak (0,3mx 50.000m<sup>2</sup> x 1,8 Ton/m<sup>3</sup>) = 27.000 Ton ( dimisalkan dengan huruf D ). Untuk densitas dari tanah penutup sama dengan batugamping, karena tanah penutup berasal dari pelapukan batugamping. Sehingga Tonase batugamping setelah dikurangi dengan tanah penutup sebesar :

$$\begin{aligned} &= B-D \\ &= 2.337. 315 \text{ Ton} - 27.000 \text{ Ton} \\ &= 2.310.315 \text{ Ton ( dimisalkan dengan huruf E )} \end{aligned}$$

c) Kesalahan Manusia

Faktor kesalahan manusia dalam hal ini adalah kesalahan dalam interpretasi data jarak ondulasi dalam Autocad. Untuk faktor kesalahan manusia diasumsikan sebesar 5 % dari total cadangan batugamping. Total cadangan setelah dikurangi tonase sumberdaya yang tidak tertambang karena batasan *Ultimate Pit Slope* dan Tanah Penutup adalah 2.310.045 Ton, sehingga besarnya faktor kesalahan manusia :

$$\begin{aligned} &= (5 \% \times E) \\ &= 5 \% \times 2.310.315 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$= 115.516 \text{ Ton ( dimisalkan dengan huruf F )}$$

Dari faktor koreksi yang disebutkan diatas yaitu, *Ultimate Pit Slope*, adanya tanah penutup, koreksi kesalahan manusia maka didapatkan hasil estimasi cadangan batugamping dengan menggunakan metode *Cross Section* sebesar:

$$\text{Cadangan tertambang} = E - F$$

$$= 2.310.315 \text{ Ton} - 115.516 \text{ Ton}$$

$$= 2.194.799 \text{ Ton}$$

### 4.3 Metode *Contour*

Pada metode *Contour* perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*). Pada metode *Contour* tidak menggunakan pedoman titik terdekat (*rule of nearest point*) dengan alasan yang sama seperti pada metode *cross section* yaitu dikarenakan kondisi endapan mineral dianggap sama disepanjang garis lurus yang menghubungkan dua titik pengamatan dan juga karena batu gamping mempunyai sifat homogenitas yang tinggi. Sehingga dengan menggunakan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*) perhitungan sudah cukup akurat.

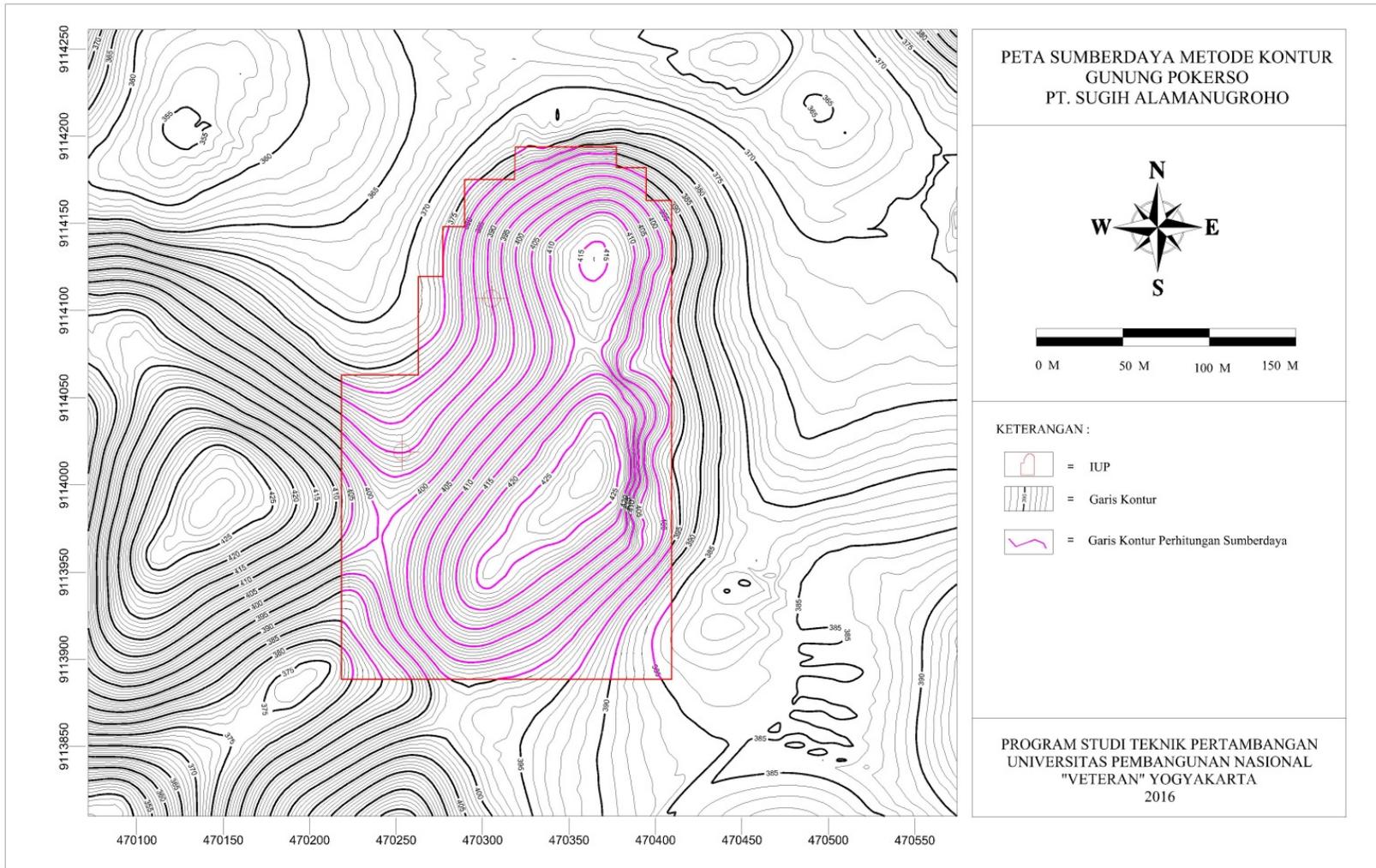
Adapun langkah - langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Membuat garis kontur pada peta topografi daerah penelitian dengan jarak antar elevasi 5 meter sesuai dengan keadaan geologi yang diasumsikan dapat mewakili daerah sekitarnya. Dalam hal ini dibuat sebanyak 12 elevasi ( elevasi 370 sampai dengan elevasi 425 ) (Lampiran G).
- b. Setelah itu menghitung luas dari masing - masing kontur dengan menggunakan *Software AutoCad* dan *Quicksurf*.
- c. Menghitung volume batugamping secara keseluruhan dengan menggunakan rumus *Mean Area* ataupun rumus *Frustum* serta dibuat dalam bentuk tabel seperti berikut.
- d. Tonase didapatkan dengan cara mengalikan volume yang telah di dapat dikalikan dengan densitas batugamping sebesar  $1,8 \text{ Ton/m}^3$

Hasil perhitungan Sumberdaya Batugamping pada lokasi penelitian di PT. Sugih Alamanugroho dengan menggunakan *Software AutoCad* dapat di lihat pada tabel 4.3 berikut ini

Tabel 4.3  
Hasil Estimasi Sumberdaya Metode *Contour*

NO	Elevasi	Luas (m <sup>2</sup> )	L1/L2	Interval Kontur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (Ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)
1	425	3124,297	0,4707	5	23860,33	1,8	43929,95
	420	6637,913					
2	420	6637,913	0,6670	5	41473,69	1,8	74652,64
	415	9951,563					
3	415	9951,563	0,6304	5	64342,7	1,8	115816,9
	410	15785,52					
4	410	15785,52	0,7485	5	92191,03	1,8	165943,9
	405	21090,89					
5	405	21090,89	0,7435	5	123647,5	1,8	222565,4
	400	28368,09					
6	400	28368,09	0,8036	5	159168,9	1,8	286504
	395	35299,48					
7	395	35299,48	0,8835	5	188134,9	1,8	338642,8
	390	39954,47					
8	390	39954,47	0,9008	5	210772,8	1,8	379391,1
	385	44354,67					
9	385	44354,67	0,9378	5	229131,4	1,8	412436,4
	380	47297,88					
10	380	47297,88	0,9638	5	240926,8	1,8	433668,2
	375	49072,84					
11	375	49072,84	0,9880	5	246856,1	1,8	444341
	370	49669,61					
TOTAL TONASE SUMBERDAYA BATU GAMPING							2916911

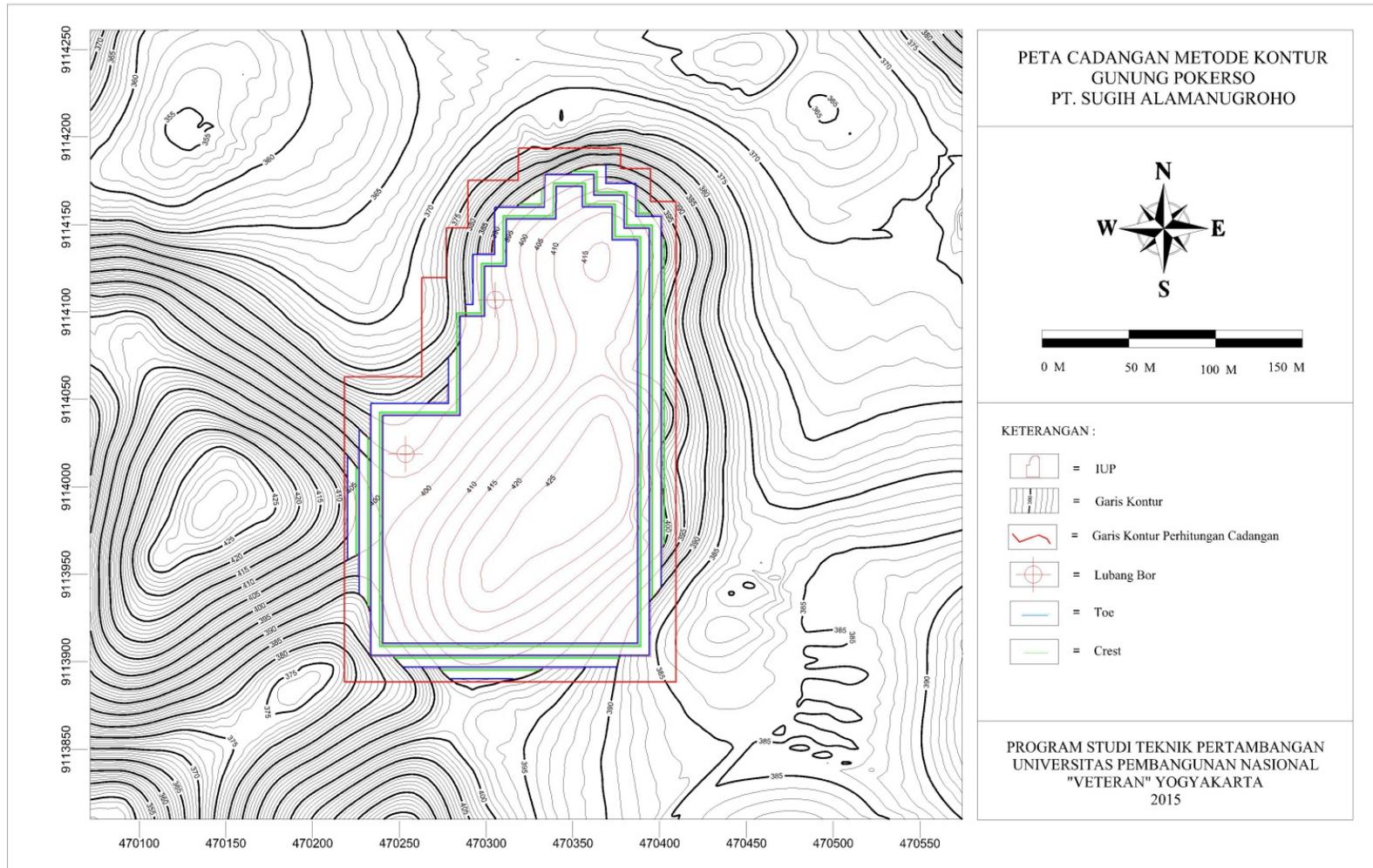


Gambar 4.6  
Peta Sumberdaya Metode Kontur

Hasil perhitungan cadangan Batu Gamping dengan batasan *Ultimate Pit Slope* pada lokasi penelitian dengan menggunakan *Software AutoCad* dapat di lihat pada tabel 4.4 berikut ini (Lampiran H).

Tabel 4.4  
Hasil Perhitungan Cadangan Batu Gamping Dengan Batasan *Ultimate Pit Slope*

NO	Elevasi	Luas (m <sup>2</sup> )	L1/L2	Interval Kontur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (Ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)
1	425	3124,297	0,4707	5	23860,33	1,8	42948,6
	420	6637,913					
2	420	6637,913	0,6670	5	41473,69	1,8	74652,64
	415	9951,563					
3	415	9951,563	0,6304	5	64342,7	1,8	115816,9
	410	15785,52					
4	410	15785,52	0,7485	5	92191,03	1,8	165943,9
	405	21090,89					
5	405	21090,89	0,7518	5	122860,6	1,8	221149
	400	28053,34					
6	400	28053,34	0,8595	5	151731,7	1,8	273117
	395	32639,33					
7	395	32639,33	0,9099	5	171272,7	1,8	308290,9
	390	35869,77					
8	390	35869,77	1,0225	5	177376,4	1,8	319277,6
	385	35080,8					
9	385	35080,8	0,9961	5	175747,4	1,8	316345,3
	380	35218,15					
10	380	35218,15	1,1561	5	164203,7	1,8	295566,7
	375	30463,35					
11	375	30463,35	1,0242	5	150513,8	1,8	270924,9
	370	29742,18					
TOTAL TONASE CADANGAN BATU GAMPING							2404033



Gambar 4.7  
Peta Cadangan Metode Kontur

Besarnya Sumberdaya batugamping sebelum dikurangi faktor koreksi adalah sebesar 2.916.911 Ton ( dimisalkan dengan huruf A ). Kemudian dilakukan perhitungan faktor-faktor koreksi sebagai berikut :

a) *Ultimate Pit Slope*

Tonase Sumberdaya batugamping setelah dikurangi dengan tonase cadangan batugamping yang tertambang dengan batasan *Ultimate Pit Slope* (dimisalkan dengan huruf B ) sebesar :

$$\begin{aligned} &= \text{Sumberdaya batugamping} - \text{tonase cadangan batugamping yang} \\ &\text{tertambang dengan batasan } \textit{Ultimate Pit Slope} \\ &= A - B \\ &= 2.916.911 \text{ Ton} - 2.404.033 \text{ Ton} \\ &= 512.878 \text{ ( Cadangan yang tidak tertambang )} \end{aligned}$$

b) Tanah Penutup

Tebal rata-rata tanah penutup yang terdapat di daerah penelitian sebesar 0,3 meter, di mana luas daerah penelitian adalah sebesar 50.000 m<sup>2</sup> sehingga Tonase batugamping berkurang sebanyak (0,3m x 50.000m<sup>2</sup> x 1,8 Ton/m<sup>3</sup>) = 27.000 Ton ( dimisalkan dengan huruf D ). Untuk densitas dari tanah penutup sama dengan batugamping, karena tanah penutup berasal dari pelapukan batugamping. Sehingga Tonase batugamping setelah dikurangi dengan tanah penutup sebesar :

$$\begin{aligned} &= B - D \\ &= 2.404.033 \text{ Ton} - 27.000 \text{ Ton} \\ &= 2.377.033 \text{ Ton ( dimisalkan dengan huruf E )} \end{aligned}$$

c) Kesalahan Manusia

Faktor kesalahan manusia dalam hal ini adalah kesalahan dalam interpretasi data jarak ondulasi dalam Autocad. Untuk faktor kesalahan manusia diasumsikan sebesar 5% dari total cadangan batugamping. Total cadangan setelah dikurangi tonase sumberdaya yang tidak tertambang karena batasan *Ultimate Pit Slope* dan Tanah Penutup adalah 2.310.045 Ton, sehingga besarnya faktor kesalahan manusia :

$$= (5 \% \times E)$$

$$= 5 \% \times 2.377.033 \text{ Ton}$$

$$= 118.852 \text{ Ton ( dimisalkan dengan huruf F )}$$

Dari faktor koreksi yang disebutkan diatas yaitu, *Ultimate Pit Slope*, adanya tanah penutup, koreksi kesalahan manusia maka didapatkan hasil estimasi cadangan batugamping dengan menggunakan metode *Kontur* sebesar :

$$\text{Cadangan tertambang} = E - F$$

$$= 2.377.033 \text{ Ton} - 118.852 \text{ Ton}$$

$$= 2.258.182 \text{ Ton}$$

#### 4.4 Penentu Umur Tambang

Dengan didapatkannya estimasi cadangan batugamping dengan menggunakan metode *Cross Section* dan metode *Contour* maka dapat diperkirakan umur tambang, yaitu dengan membagi antara total cadangan tertambang dengan sasaran produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Umur tambang ini sangat berkaitan erat dengan produksi yang akan dilakukan. Untuk menentukan umur tambang perlu diketahui sasaran produksi yang akan dicapai pada daerah penelitian. Sasaran produksi di PT Sugih Alamanugroho sebesar 40.320 Ton/Tahun ( Lampiran D )

##### 4.4.1 Metode *Cross Section*

Umur tambang berdasarkan estimasi tonase dengan menggunakan metode *Cross Section* adalah sebagai berikut

$$\text{Umur tambang} = \frac{2.194.799 \text{ Ton}}{40.320 \text{ Ton / tahun}}$$

$$= 54,57 \text{ Tahun}$$

$$\approx 55 \text{ Tahun}$$

##### 4.4.2 Metode *Contour*

Umur tambang berdasarkan estimasi tonase dengan menggunakan metode *Contour* adalah sebagai berikut

$$\text{Umur tambang} = \frac{2.258.182 \text{ Ton}}{40.320 \text{ Ton / tahun}}$$

$$= 56,006 \text{ Tahun}$$

$$\approx 56 \text{ Tahun}$$

#### 4.5 Selisih estimasi

Selisih perhitungan dimaksudkan untuk mengetahui selisih dari hasil perhitungan kedua metode. Dari hasil perhitungan kedua metode selisih yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Penampang Tegak (*Cross Section*) = 2.194.799 Ton
- Penampang Mendatar (*Contour*) = 2.258.182 Ton
- Selisih Perhitungan = Hasil terbesar – hasil terkecil  
= 2.258.182 Ton - 2.194.799 Ton  
= 63.383 Ton

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Penentuan layak tidaknya suatu cadangan endapan batugamping untuk dieksploitasi adalah didasarkan pada hasil eksplorasi yang telah dilaksanakan. Disini akan dibahas mengenai hasil eksplorasinya yang meliputi cadangan batugamping. Pada perhitungan cadangan ini menggunakan metode *Cross Section* dan *Metode Contour*, hal ini berdasarkan klasifikasi oleh Spero Carras yang menyebutkan bahwa untuk menentukan metode perhitungan cadangan berdasarkan atas 3 hal, yaitu : homogenitas ( keseragaman ) dari suatu endapan bahan galian, penyebaran kadar dan bentuk geometri dari suatu endapan bahan galian. Untuk batugamping di daerah penelitian termasuk Endapan Bahan Galian A atau Endapan dengan Geometri sederhana dan distribusi kadar sederhana. Hal ini karena nilai koefisien variasi dari CaO 0,01 % dan CaCO<sub>3</sub> 0,01% , nilai ini termasuk rendah dan berarti batugamping di daerah penelitian mempunyai homogenitas ( keseragaman ) yang tinggi yang terlihat secara fisik menunjukkan warna dan kekerasan yang relatif sama.

Untuk penyebaran kadar dari batugamping cukup seragam (Lampiran I) yang terlihat dari korelasi 2 lubang bor yang ada pada daerah penelitian, daerah pengaruh dari lubang bor adalah setengah dari luas Gunung Pokerso itu sendiri (Lampiran B). Bentuk Geometri dari batugamping di daerah penelitian juga termasuk bentuk geometri sederhana. Dari ketiga hal tersebut maka dapat dipilih metode perhitungan cadangan dengan metode *Cross Section* karena metode *Cross Section* mudah diadaptasikan pada endapan mineral yang homogen dan sebagai pembandingnya digunakan Metode *Contour*. Pada pedoman ini dapat diterapkan pada metode perhitungan cadangan dengan metode *Cross Section* dan *Motode Contour*. Hal ini dikarenakan dalam perhitungannya penampang tersebut tidak selalu dibuat dengan ukuran yang tepat. Disamping itu penampang satu dengan penampang lainnya dapat dihubungkan (pedoman perubahan bertahap). Sehingga volume dibentuk dari dua buah penampang.

## 5.1 Estimasi Cadangan dengan Metode *Cross Section* dan Metode *Contour*

Perhitungan cadangan ini merupakan hal yang paling vital dalam kegiatan eksplorasi. Hasil perhitungan cadangan tertambang kemudian akan digunakan untuk mengevaluasi apakah sebuah kegiatan penambangan yang direncanakan layak untuk di tambang atau tidak.

### 5.1.1 Estimasi Cadangan dengan Metode *Cross Section*

Penarikan garis batas cadangan dengan menerapkan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*), langsung pada garis wilayah IUP yang terluar, sehingga terletak tepat pada garis batas sumberdaya. Sedangkan untuk sebarannya, batas daerah pengaruh pada metode *cross section* dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*) jarak antar sayatan yang dibuat yaitu sebesar 30 meter. Jarak antar sayatan dibuat 30 meter karena daerah penelitian memiliki luas 5 Ha sehingga jarak antar penampang 30 meter tersebut dipandang telah cukup mewakili dari keadaan topografi daerah penelitian sedangkan jumlah sayatannya adalah 11 sayatan yang terbagi dalam 10 blok, dari sayatan A-A', sayatan B-B', sayatan C- C' sampai dengan sayatan K-K'.

Perhitungan luas dilakukan dengan menggunakan software *Autocad* dan *Quicksurf* sedangkan untuk perhitungan volume dengan menggunakan rumus *mean area* atau rumus *frustum*. Rumus *Mean Area* merupakan salah satu rumus yang digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus *mean area* ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan luas sayatan memenuhi  $L_1$  relatif sama  $L_2$  atau  $(L_1/L_2)$  lebih besar 0,5 sampai lebih dari 1. Rumus *Frustum* merupakan salah satu rumus yang juga digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan luas sayatan  $L_1/L_2$  lebih kecil 0,5.

Pada penelitian ini dibuat sayatan sebanyak 11 penampang, mulai dari sayatan A-A', B-B', C-C', D-D' sampai dengan sayatan K-K'. Pada sayatan A-A' dan B-B' perbandingan luas antara sayatan A-A' dan B-B' lebih kecil dari 0,5 yaitu 0,014 sehingga rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan volume pada blok ini adalah rumus *Frustam*, untuk sayatan B-B' dan sayatan C-C' perbandingan luas antara sayatan B-B' dan sayatan C-C' lebih besar dari 0,5 yaitu 0,77 sehingga rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan

volume pada blok ini adalah *rumus mean area*. Untuk perbandingan sayatan yang lain yaitu sayatan C-C' dan sayatan D-D' yaitu 0,92, sayatan D-D' dan sayatan E-E' yaitu 1,112, sayatan E-E' dan sayatan F-F' yaitu 1,24, sayatan F-F' dan sayatan G-G' yaitu 1,65, sayatan G-G' dan sayatan H-H' yaitu 1,02, sayatan H-H' dan sayatan I-I' yaitu 0,94, sayatan I-I' dan sayatan J-J' yaitu 2,16, sayatan J-J' dan sayatan K-K' yaitu 1,79. Dari 10 blok tersebut hanya sayatan A-A' dan sayatan B-B' yang mempunyai perbandingan luas mempunyai perbandingan luas  $L_1$  dan  $L_2$  kurang dari 0,5 sehingga harus menggunakan rumus *Frustamdan untuk* perhitungan volume dari sayatan lainnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus *mean area*.

Hasil estimasi cadangan batugamping dengan metode *Cross Section* dengan menggunakan Program *AutoCad* diperoleh sumberdaya batugamping daerah penelitian sebesar 3.178.842 Ton. Hasil estimasi ini masih harus dikurangi dengan faktor koreksi, antara lain total estimasi cadangan dengan batasan *Ultimate Pit Slope* sebesar 2.337.315 Ton, tanah penutup sebesar 27.000 Ton dan kesalahan manusia sebesar 115.516 Ton. Hasil estimasi cadangan batugamping metode *Cross Section* setelah dikurangi dengan faktor koreksi diperoleh cadangan batugamping tertambang sebesar 2.194.799 Ton.

#### 5.1.2 Estimasi Cadangan dengan Metode *Contour*

Penarikan garis batas cadangan dengan menerapkan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*), Pada metode ini, prinsip estimasi untuk mendapatkan volumenya adalah dengan menghitung luas antara dua kontur pada ketinggian tertentu, kemudian dikalikan dengan beda tinggi antara kedua kontur tersebut. Penentuan kontur yang terpilih berdasarkan perubahan kemiringan yang menyolok antar dua kontur. pada metode ini jarak antar kontur adalah 5 meter, terbagi dalam 11 blok yang terdiri dari 12 buah kontur yaitu kontur 425, kontur 420, kontur 415, kontur 410, kontur 405, kontur 400, kontur 395, kontur 390, kontur 385, kontur 380, kontur 375 dan kontur 370. Kontur tertinggi 425 meter diatas permukaan laut dan kontur terendah 370 meter diatas permukaan laut.

Perhitungan luas dilakukan dengan menggunakan software *Autocad* dan *Quicksurf* sedangkan untuk perhitungan volume dengan menggunakan rumus

*mean area* atau rumus *frustum*. Rumus *Mean Area* merupakan salah satu rumus yang digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus *mean area* ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan luas sayatan memenuhi  $L_1$  relatif sama  $L_2$  atau  $(L_1/L_2)$  lebih besar 0,5 sampai lebih dari 1. Rumus *Frustum* merupakan salah satu rumus yang juga digunakan untuk mengestimasi volume dari suatu endapan. Rumus ini digunakan apabila terdapat dua buah penampang dengan luas sayatan  $L_1/L_2$  lebih kecil 0,5.

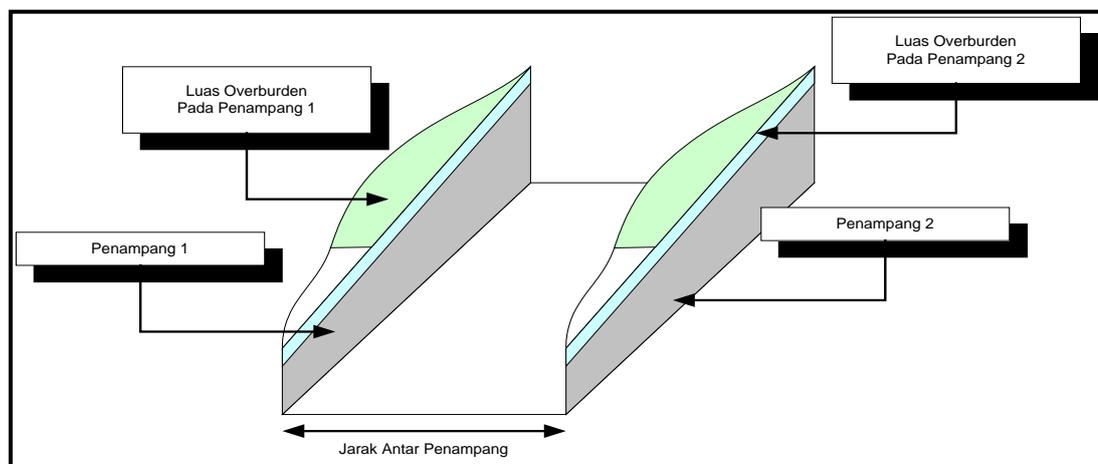
Pada penelitian ini dibuat sayatan sebanyak 12 kontur, mulai dari kontur elevasi 370, elevasi 375 sampai dengan elevasi 425. Pada elevasi 425 dan 420 perbandingan luas antara elevasi 425 dan 420 lebih kecil dari 0,5 yaitu 0,47 sehingga rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan volume pada blok ini adalah rumus *Frustum*, untuk elevasi 420 dan elevasi 415 perbandingan luas antara elevasi 420 dan elevasi 415 lebih besar dari 0,5 yaitu 0,67 sehingga rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan volume pada blok ini adalah *rumus mean area*. Untuk perbandingan elevasi yang lain yaitu elevasi 415 dan sayatan 410 yaitu 0,63, elevasi 410 dan 405 yaitu 0,75, elevasi 405 dan 400 yaitu 0,75, elevasi 400 dan 395 yaitu 0,86, elevasi 395 dan 390 yaitu 0,9, elevasi 390 dan 385 yaitu 1,02, elevasi 385 dan 380 yaitu 0,99, elevasi 380 dan 375 yaitu 1,15, elevasi 375 dan 370 yaitu 1,02. Dari 11 blok tersebut hanya elevasi 425 dan 420 yang mempunyai perbandingan luas  $L_1$  dan  $L_2$  kurang dari 0,5 sehingga harus menggunakan rumus *Frustum* dan untuk perhitungan volume dari sayatan lainnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus *mean area*.

Hasil estimasi cadangan batugamping dengan metode *Contour* dengan menggunakan Program *AutoCad* diperoleh sumberdaya batugamping daerah penelitian sebesar 2.916.911 Ton. Hasil estimasi ini masih harus dikurangi dengan faktor koreksi, antara lain total estimasi cadangan dengan batasan *Ultimate Pit Slope* sebesar 2.404.033 Ton, tanah penutup sebesar 27.000 Ton dan kesalahan manusia sebesar 118.852 Ton. Hasil estimasi cadangan batugamping metode *Contour* setelah dikurangi dengan faktor koreksi diperoleh cadangan batugamping tertambang sebesar 2.258.182 Ton.

## **5.2 Perbandingan Hasil Estimasi Cadangan**

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *Cross Section* diperoleh estimasi cadangan batugamping sebesar 2.337.315 Ton, sedangkan dengan metode *Contour* diperoleh estimasi cadangan batugamping sebesar 2.404.033 Ton.

Dari hasil estimasi diperoleh nilai penaksiran Metode *Contour* yang lebih besar bila dibandingkan dengan metode *Cross Section*. Perbedaan hasil perhitungannya sebesar 63.383 Ton. Perbedaan tersebut dikarenakan pada metode *Cross Section* permukaan antara sayatan penampang 1 (satu) dengan sayatan penampang lainnya dengan jarak 30 m dianggap rata (Linier), sedangkan pada metode *Contour* mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan, yaitu terlihatnya kondisi permukaan yang tidak rata. dan dengan interval kontur 5 m. Diperkirakan pada jarak linier 30 m ada volume yang tidak dihitung (seperti pada gambar 5.1) sehingga kenyataannya lebih besar dari pada perhitungannya. Hal ini dapat ditingkatkan akurasinya apabila jarak antar penampang diperkecil menjadi 15 m, 10 m atau sama seperti interval kontur yaitu 5 m.



Gambar 5.1  
Sayatan Linier

Perbedaan penaksiran dari kedua metode akan menimbulkan pertanyaan kira-kira metode mana yang tepat. Untuk menjawab pertanyaan itu tentunya akan diketahui setelah dilakukan kegiatan penambangan. Penaksiran cadangan yang digunakan dari kedua hasil tersebut adalah hasil yang terkecil atau hasil yang pesimistis. Karena jika nanti kenyataannya hasil produksi yang didapat

perusahaan lebih besar dari penaksiran rencana produksi maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar.

### **5.3 Umur Tambang Berdasarkan Hasil Estimasi Cadangan**

Jumlah cadangan batugamping yang dihasilkan dari perhitungan sangat berpengaruh terhadap lamanya umur suatu penambangan. Semakin besar cadangan yang didapatkan maka semakin lama juga umur tambangnya, namun dalam penentuan umur tambang selain memperhatikan jumlah cadangan juga harus melihat sasaran produksi suatu perusahaan. Sasaran produksi perusahaan yang semakin tinggi maka semakin cepat pula umur penambangannya. Cara memperkirakan umur suatu penambangan adalah dengan membandingkan hasil perhitungan cadangan yang didapatkan dari penelitian dengan sasaran produksi yang ditetapkan perusahaan.

Sasaran produksi di PT. Sugih Alamanugroho sebesar 140 Ton/hari (Lampiran C), sehingga umur tambang berdasarkan estimasi cadangan tertambang batugamping adalah sebagai berikut :

Metode Cross Section = 54,57 Tahun ( $\pm 55$  Tahun)

Metode Contour = 56,001 Tahun ( $\pm 56$  Tahun)

Berdasarkan konsultasi hasil penelitian dengan perusahaan maka perusahaan memilih umur tambang terkecil atau hasil yang pesimistis yaitu 55 Tahun.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari estimasi cadangan batu gamping di wilayah IUP PT. Sugih Alamanugroho adalah sebagai berikut :

1. Penaksiran cadangan dengan metode *Cross Section* dan metode *Contour* menerapkan interpretasi analitis dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*). Cadangan Metode *Cross Section* sebesar 2.337.315 Ton dan cadangan Metode *Contour* sebesar 2.404.033 Ton.
2. Jarak antar penampang pada Metode *Cross Section* adalah 30 m dan pada Metode *Contour* jarak antar interval kontur adalah 5 m, selisih penaksiran cadangan adalah 63.383 Ton.
3. Umur Tambang Gunung Pokerso berdasarkan target produksi sebesar 140 Ton/hari, diperoleh hasil untuk metode *Cross Section* sebesar 55 Tahun sedangkan metode *Contour* sebesar 56 Tahun.

#### **6.2. Saran**

Saran yang dapat disampaikan sehubungan dengan penaksiran cadangan PT. Sugih Alamanugroho yang berlokasi di Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Yogyakarta adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat meningkatkan keakuratan data dan hasil perhitungan cadangan, perlu dilakukan jarak penampang diperkecil atau disamakan dengan interval kontur.
2. Dari kedua hasil estimasi dengan menggunakan metode *Cross Section* maupun dengan metode *Contour*, sebaiknya yang dijadikan acuan adalah hasil yang terkecil atau pesimistif agar dalam perencanaan target produksi lebih meyakinkan.

## DAFTAR PUSTAKA

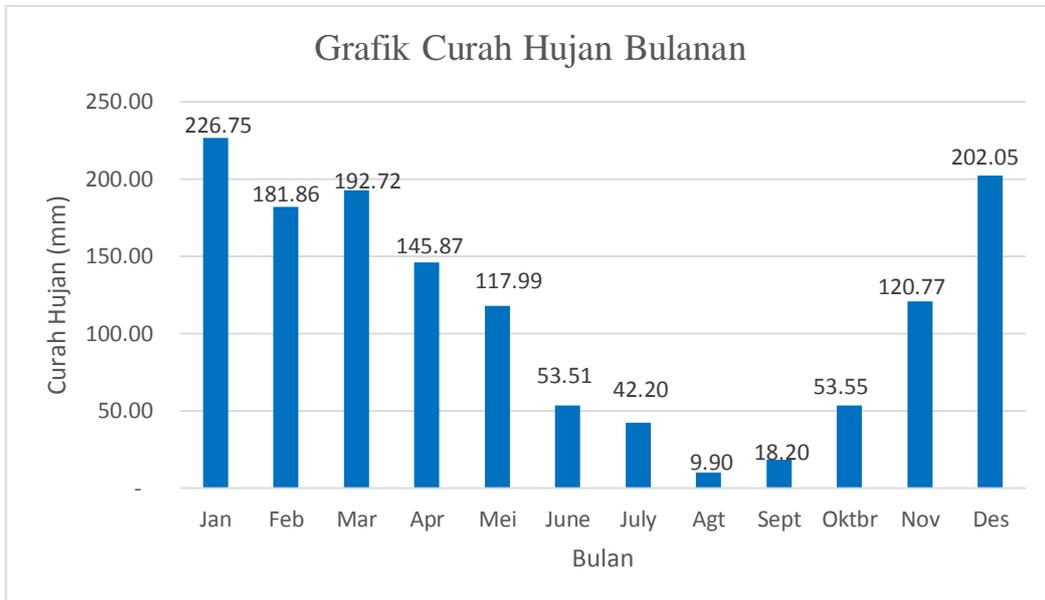
1. Abdul Rauf, 1998, "*Perhitungan Cadangan Endapan Mineral*", Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
2. Abdul Rauf, 1999, "*Eksplorasi Tambang*", Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
3. Dulachim, 2004, "*Laporan Penelitian Perusahaan*", PT Sugih Alamanugroho Yogyakarta.
4. Hustrulid, William, 1995, "*Open Pit Mine Planning & Design*", Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA & LKAB, Kiruna, Sweden.
5. Irwandi Arif, 2000, "*Tambang Terbuka*", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung.
6. Nurkhamim, 2008, "*Buku Panduan Praktek Tambang Terbuka*", Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
7. -----, SNI Amandemen 1-SNI-13-4726-1998 ( 1998 ), "*Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan*", Direktorat Sumberdaya Mineral dan Batubara.

## **LAMPIRAN**

## LAMPIRAN A CURAH HUJAN

Tabel A.1  
Data Jumlah Curah Hujan Bulanan

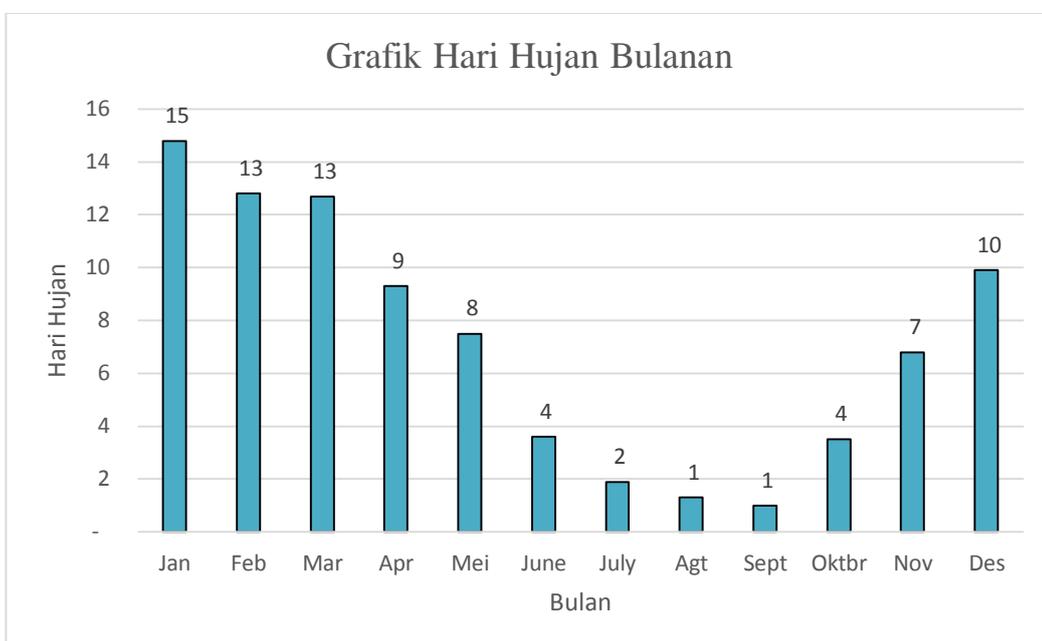
Bulan	Curah Hujan (mm)										Rata-rata
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Jan	96	631	212	96	250	113	323	227	181	139	226,75
Feb	117	166	358	234	131	179	243	161	219	11	181,86
Mar	239	446	146	221	114	69	236	189	146	121	192,72
Apr	222	47	134	227	158	77	282	150	5	157	145,87
Mei	38	30	163	96	84	209	125	209	99	127	117,99
June	14	129	88	75	1	25	148	19	13	23	53,51
July	96	96	25	13	12	20	146	0	14	0	42,20
Agt	23	23	1	2	12	0	38	0	0	0	9,90
Sept	0	0	0	0	0	10	152	20	0	0	18,20
Oktbr	45	135	0	3	116	39	152	8	25	13	53,55
Nov	171	139	46	29	174	21	224	138	232	34	120,77
Des	158	74	66	292	304	186	132	231	264	314	202,05
<b>Total</b>	<b>1.219,00</b>	<b>1.916,00</b>	<b>1.239,00</b>	<b>1.288,00</b>	<b>1.356,00</b>	<b>948,00</b>	<b>2.201,00</b>	<b>1.352,00</b>	<b>1.198,00</b>	<b>936,70</b>	<b>1.365,37</b>



Gambar A.1  
Grafik Curah Hujan Bulanan

Tabel A.2  
Data Jumlah Hari Hujan Bulanan

Bulan	Hari Hujan										Rata-rata
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Jan	13	14	14	10	16	13	16	20	16	16	15
Feb	20	9	20	11	13	17	10	15	12	1	13
Mar	15	15	13	14	10	7	15	12	17	9	13
Apr	13	5	10	11	9	5	13	13	2	12	9
Mei	3	4	10	7	4	9	9	13	5	11	8
June	3	4	2	5	1	3	8	4	1	5	4
July	3	3	1	3	0	1	7	0	1	0	2
Agt	2	2	1	2	1	0	5	0	0	0	1
Sept	0	0	0	0	0	1	7	2	0	0	1
Oktbr	4	10	0	2	6	1	8	3	1	0	4
Nov	7	11	2	6	13	6	10	13	0	0	7
Des	8	7	5	12	14	9	8	18	18	0	10
<b>Total</b>	<b>91,00</b>	<b>84,00</b>	<b>78,00</b>	<b>83,00</b>	<b>87,00</b>	<b>72,00</b>	<b>116,00</b>	<b>113,00</b>	<b>73,00</b>	<b>54,00</b>	<b>85</b>



Gambar A.2  
Grafik Hari Hujan Bulanan

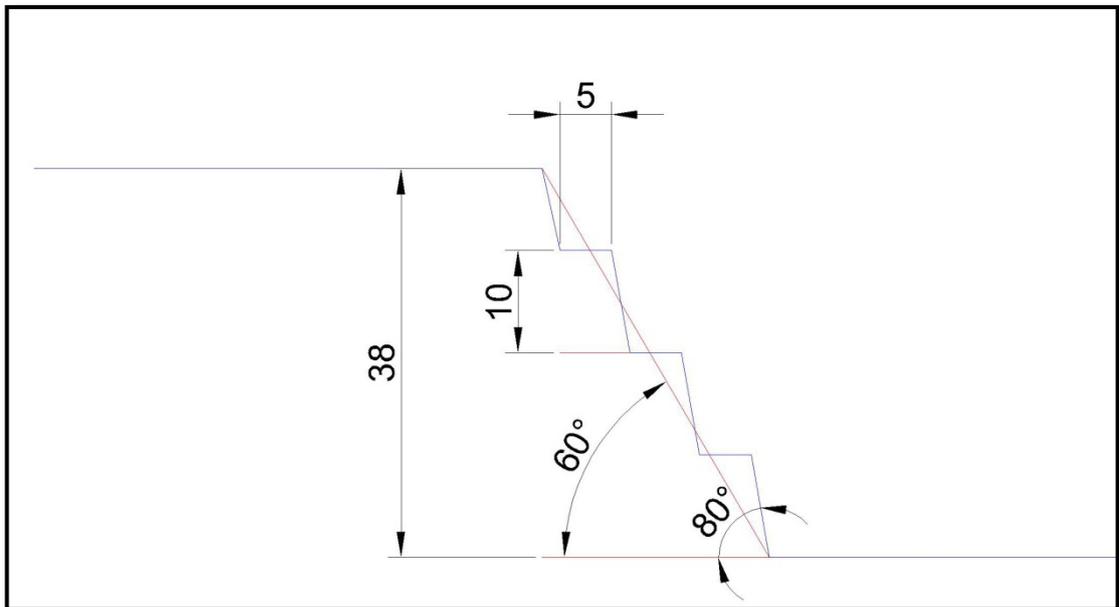


No lubang : BM II  
 Kedalaman : 20 meter  
 Arah/Kemiringan : 90<sup>0</sup>  
 Top soil : 30 cm

Koordinat :  
 X : 470253.5181  
 Y : 9114018.7382  
 Z : 390

Kedalaman ( Meter )	Lubang Penampang	Deskripsi Batuan	Keterangan	
2,00		Batugamping Bioherm kuning kecoklatan kotor		
7,00		Batugamping kristalin pasir putih disertai krikil-krikil putih kecoklat-coklatan		
9,00		Batugamping kalkerinit putih bersih kristalin	Lengket	
10,00		Batugamping kristalin memasir putih		
11,00		Batugamping kalkerinit kristalin agak masif-masif	Lengket	
14,00		Batugamping kristalin agak masif-masif putih bersih		
15,00		Batugamping kalkerinit lunak melumpur ringan	Lengket	
20,00		Batugamping kristalin putih bersih		

**LAMPIRAN C**  
**DIMENSI JENJANG**  
**( HASIL ANALISIS PERUSAHAAN )**



Gambar C.1  
Dimensi Jenjang yang direncanakan oleh PT. Sugih Alamanugroho

1. Dimensi Jenjang

Dipengaruhi antara lain : alat-alat yang digunakan, lebar dari tumpukan material , hasil pembongkaran. Adanya jenjang yang dibuat dapat menampung alat yang digunakan dari segi keamanan jenjang harus stabil dan dapat memenuhi target produksi yang diinginkan.

2. Nilai kuat tekan Uniaksial

Nilai tekan Uniaksial batu gamping gunung pokerso yaitu sebesar 6,88 Mpa

3. Sifat Fisik batu gamping di gunung pokerso

Tabel C.1  
Data Sifat Fisik Batu Gamping

No	Parameter	Nilai
1	Berat Conto Asli, gr	241
2	Berat Conto Kering, gr	240,46
3	Berat Conto Jenuh, gr	276,83
4	Berat Conto jenuh tergantung, gr	148,6
5	Bobot Isi Asli, gr/cm <sup>3</sup>	1,88
6	Bobot Isi Kering, gr/cm <sup>3</sup>	1,87
7	Bobot Isi Jenuh, gr/cm <sup>3</sup>	2,16
8	Berat Jenis Semu	1,87
9	Berat Jenis Nyata	2,62
10	Kadar Air Asli, %	0,23
11	Absorpsi, %	15,34
12	Derajat Kejenuhan, %	1,46
13	Porositas, %	28,57
14	Angka Pori	0,40

#### 4. Tinggi Jenjang

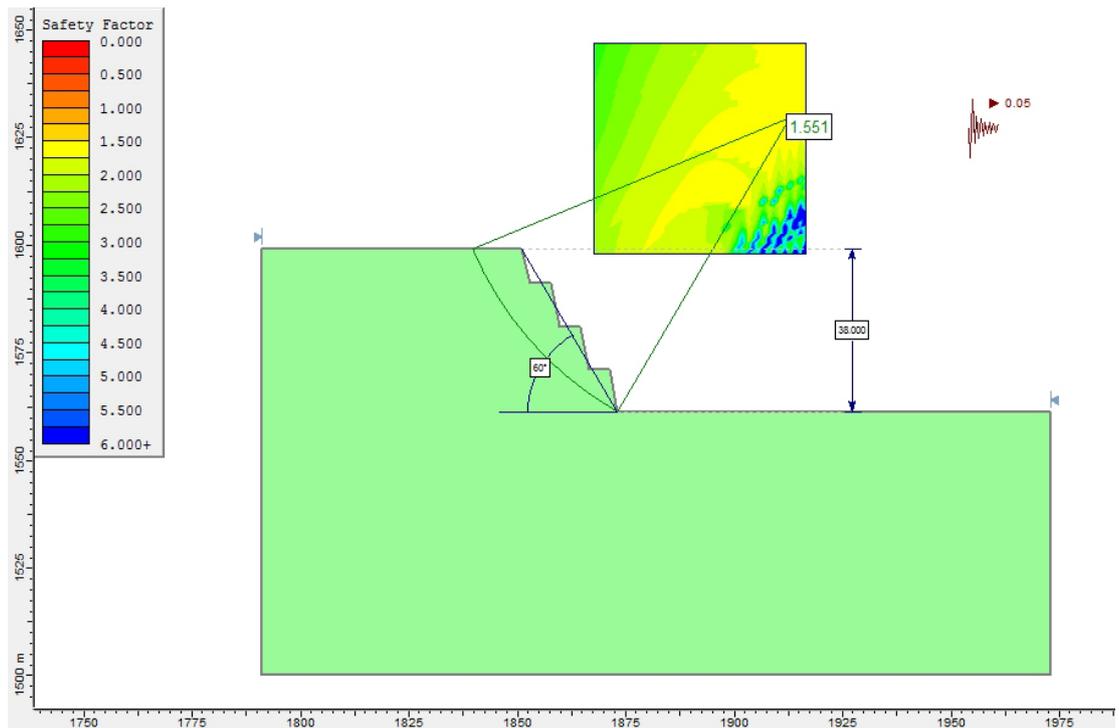
Tinggi jenjang yang baik adalah pada saat tingginya sama dengan cutting maksimal alat muat. Jika tumpukan material lebih rendah dari tinggi cutting maksimal alat muat maka akan menyebabkan gerakan alat muat menjadi lebih banyak. Jika tumpukan lebih tinggi dari tinggi cutting maksimal maka akan menyebabkan alat muat tidak dapat menjangkau tumpukan material tersebut dengan maksimal karena pada saat bagian bawah tumpukan dari cutting maksimal terambil dan menyebabkan keseimbangan tumpukan menjadi terganggu.

PT. Sugih Alamaugroho mempunyai tinggi jenjang single slope sebesar 10 m dan overall slope sebesar 38 meter ,dengan single slope sebesar 80<sup>0</sup> dan overall slope sebesar 60<sup>0</sup> dipandang dari alat muat yang digunakan sudah memenuhi syarat, walau secara teoritis alat muat akan bergerak lebih banyak.

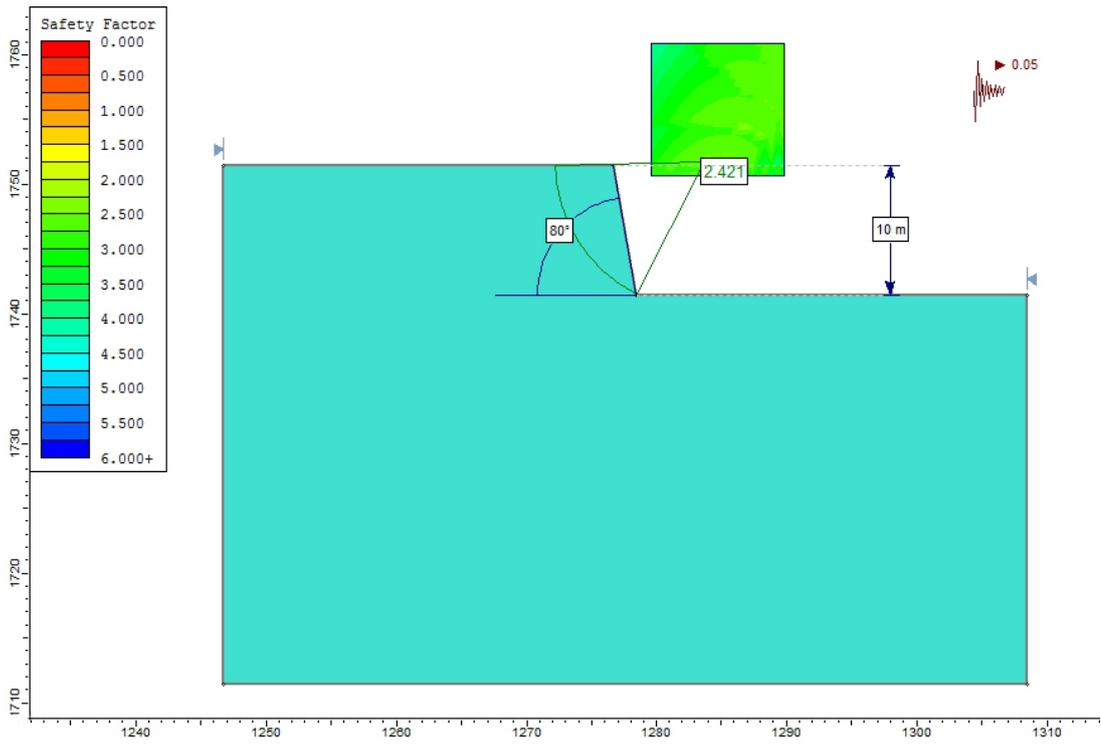
## 5. Lebar Jenjang

Lebar jenjang yang dibuat harus dapat menampung material serta alat-alat mekanis yang digunakan dengan pertimbangan alat-alat tersebut tidak saling mengisi sehingga tidak mempengaruhi keluaran produksi. PT. Sugih Alamanugroho merencanakan dengan lebar jenjang sebesar 5 meter.

## 6. Nilai Faktor Keamanan



Gambar C.2  
Nilai Faktor Keamanan Overall Slope



Gambar C.3  
 Nilai Faktor Keamanan Single Slope

**LAMPIRAN D**  
**SASARAN PRODUKSI PT SUGIH ALAMANUGROHO**

Sasaran produksi yang ditetapkan oleh PT. Sugih Alamanugroho adalah sebagai berikut :

1) Sasaran produksi perhari

Target produksi 40 Ton/jam

1 Hari ada 2 shift, 1 shift 7 jam kerja

Target produksi perhari : 10 Ton/jam x 2 shift x 7 jam

: 140 Ton/hari

2) Sasaran produksi perminggu

1 minggu 6 hari kerja

Target produksi perminggu : 140 Ton/hari x 6 hari

: 840 Ton/minggu

3) Sasaran produksi perminggu

1 bulan 4 minggu

Target produksi perbulan : 840 Ton/minggu x 4 minggu

: 3.360 Ton/bulan

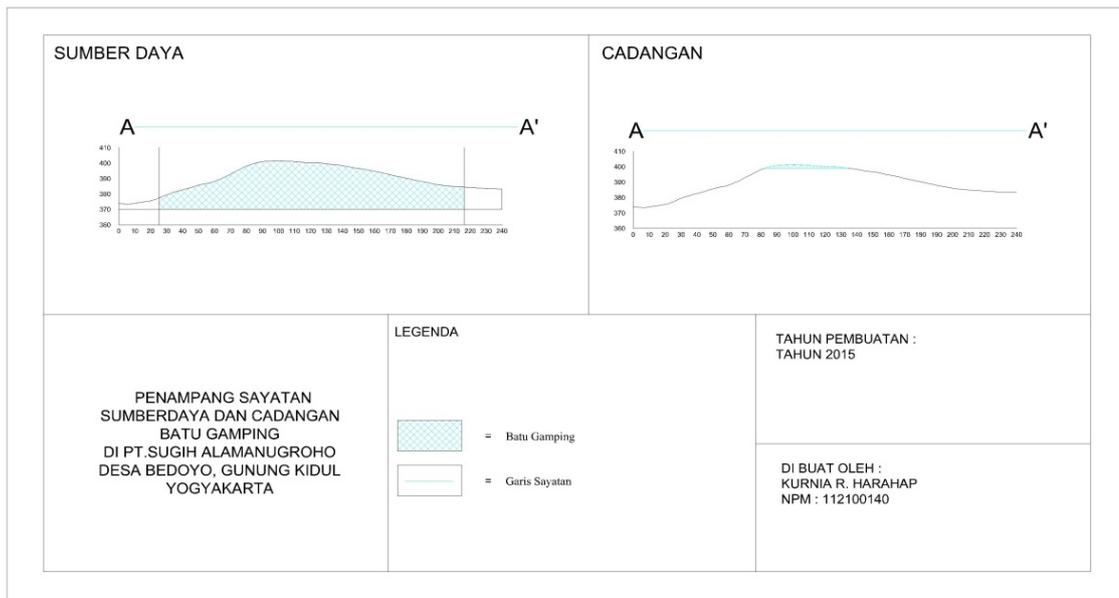
4) Sasaran produksi pertahun

1 tahun 12 bulan

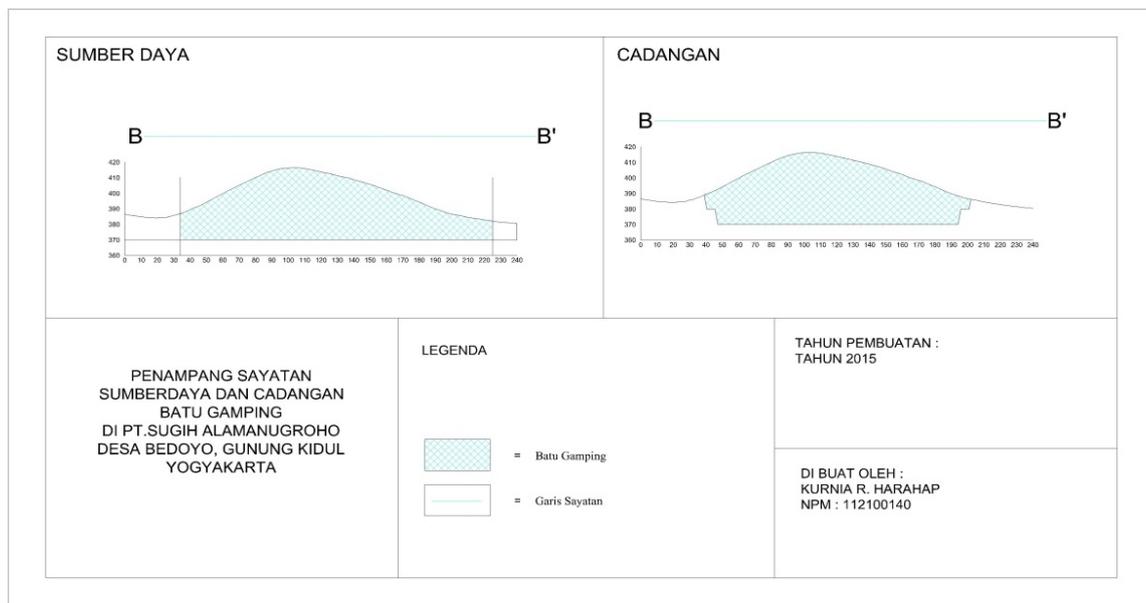
Target produksi pertahun : 13.440 Ton/bulan x 12 bulan

: 40.320 Ton/tahun

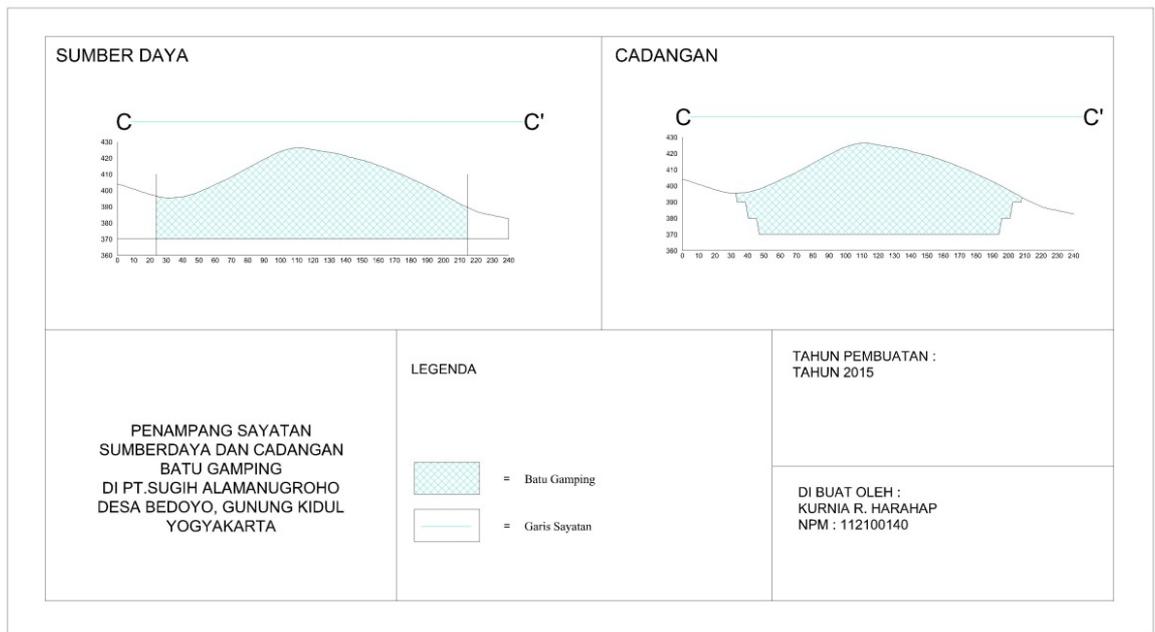
**LAMPIRAN E**  
**PENAMPANG SAYATAN METODE CROSS SECTION**



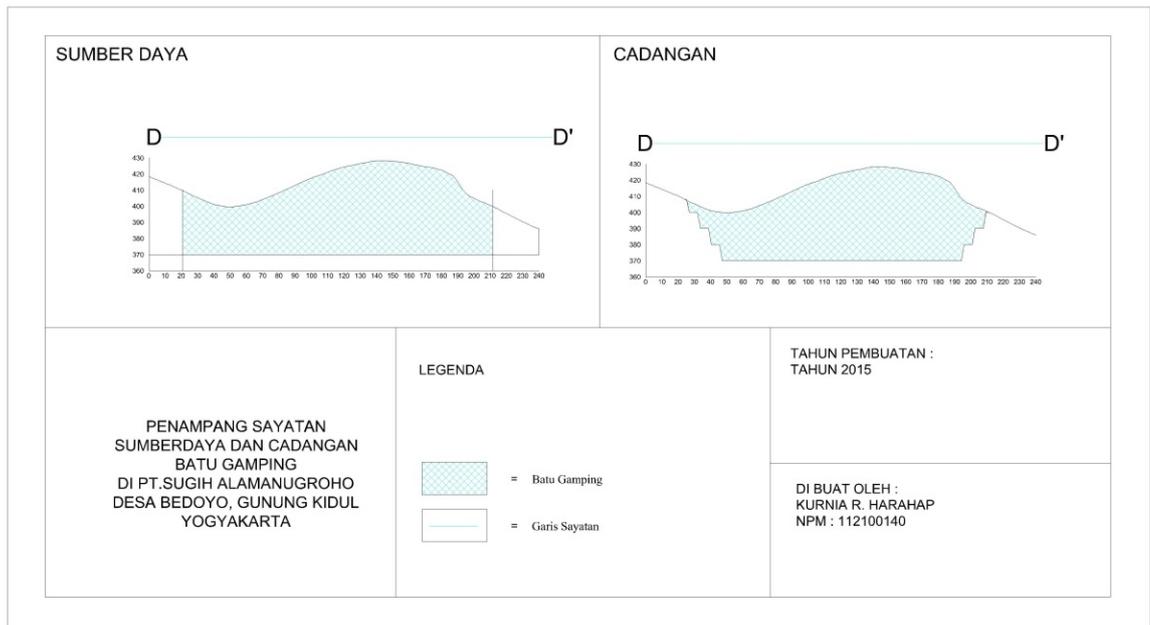
Gambar E.1  
 Penampang Sayatan A – A’



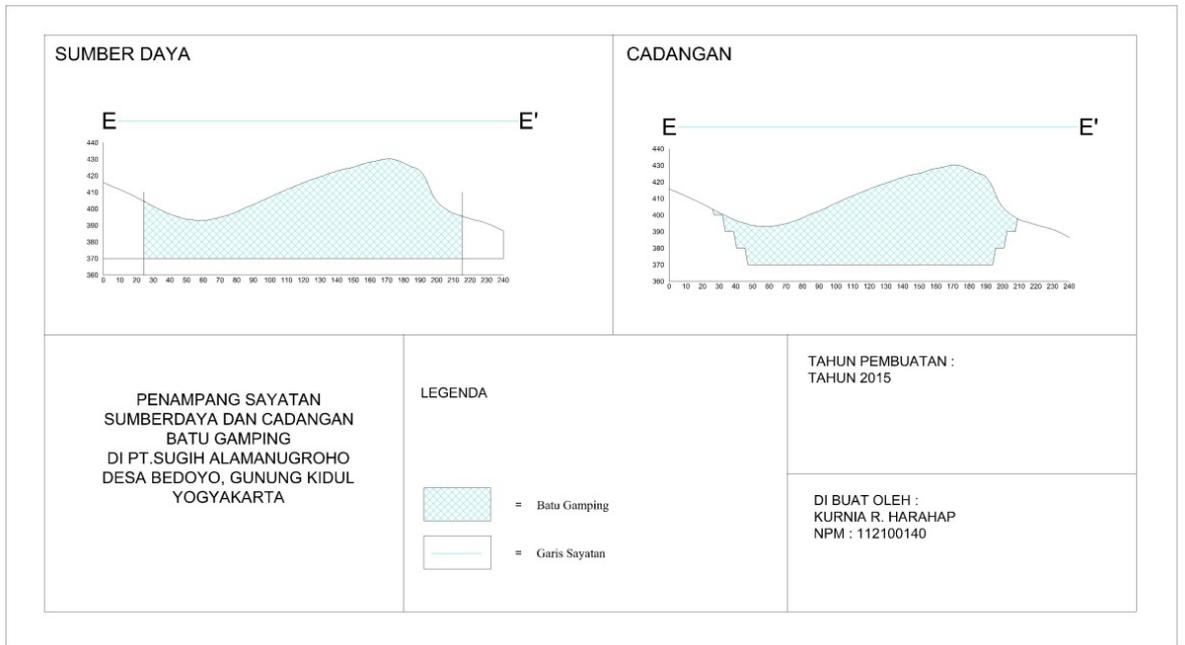
Gambar E.2  
 Penampang Sayatan B –B ‘



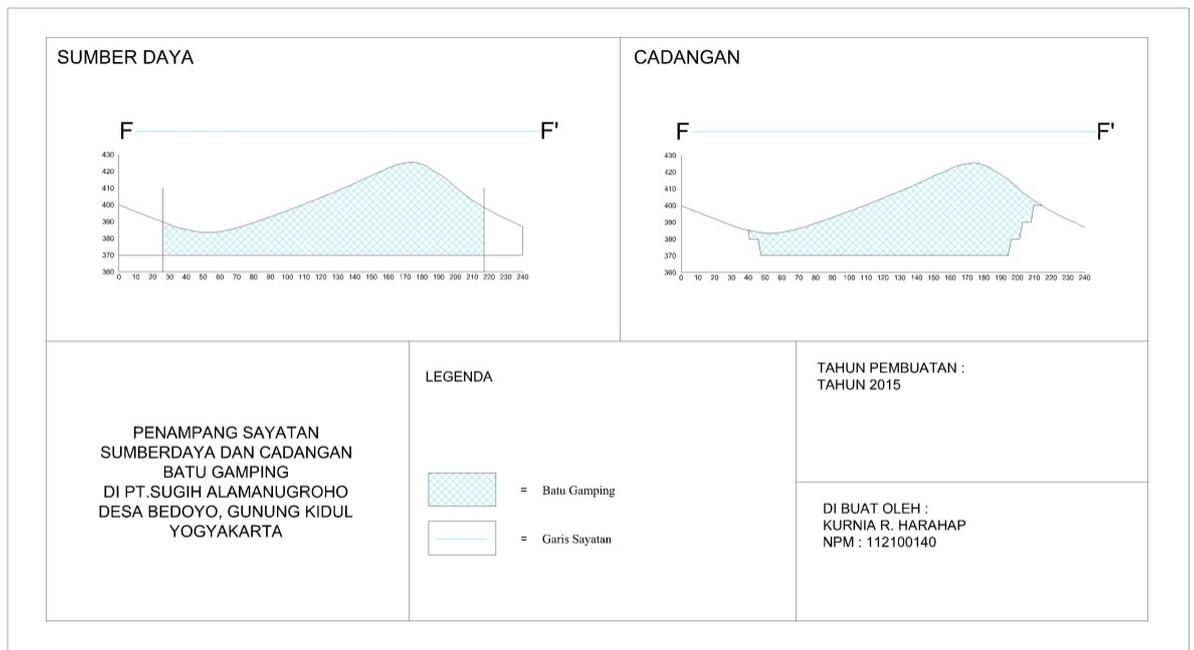
Gambar E.3  
Penampang Sayatan C – C’



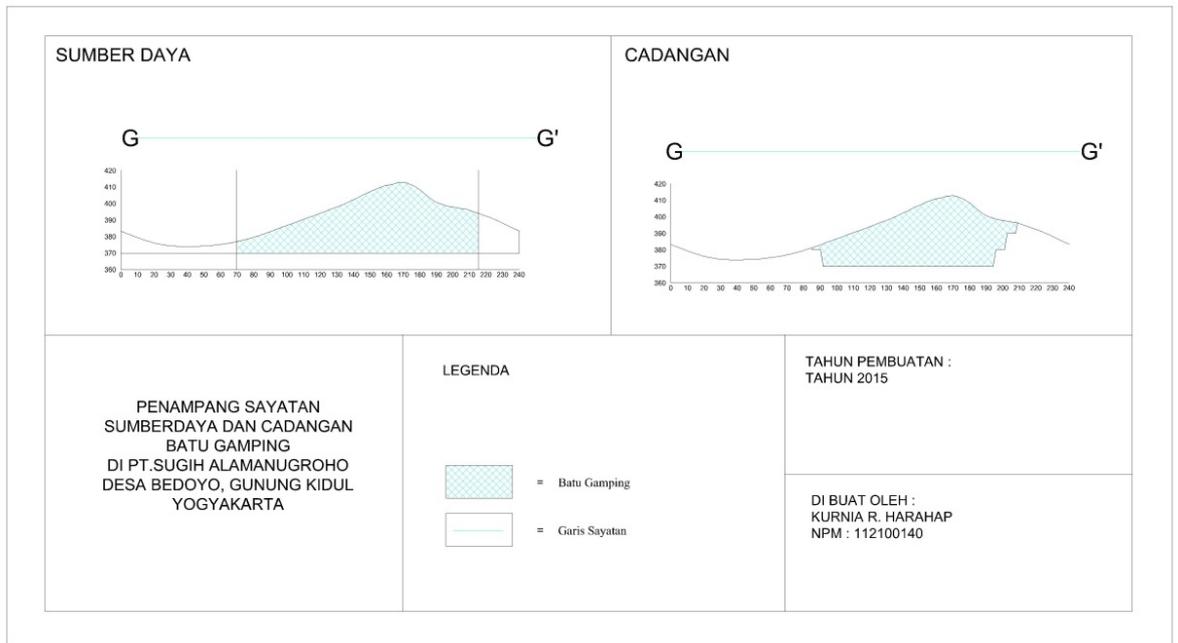
Gambar E.4  
Penampang Sayatan D – D’



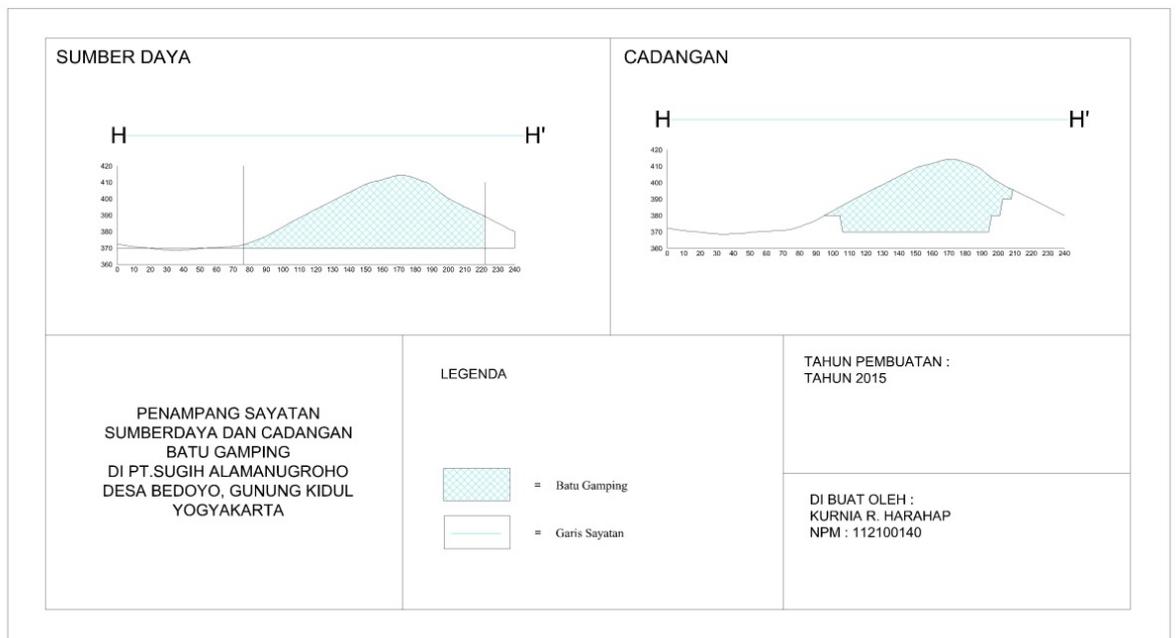
Gambar E.5  
Penampang Sayatan E –E’



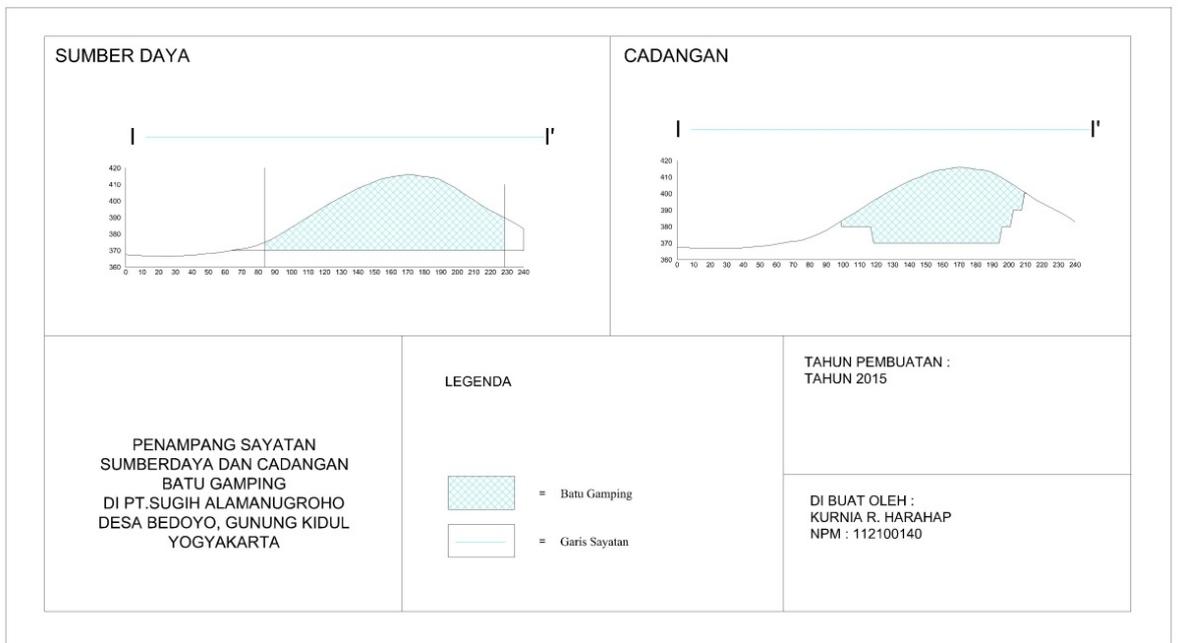
Gambar E.6  
Penampang Sayatan F – F’



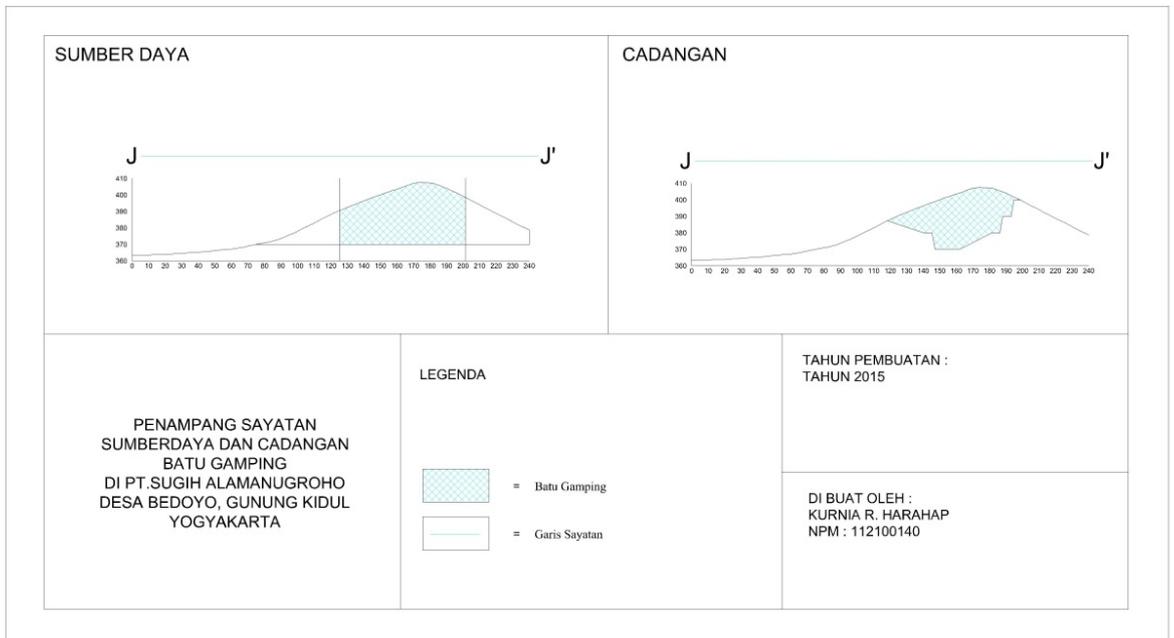
Gambar E.7  
Penampang Sayatan G – G’



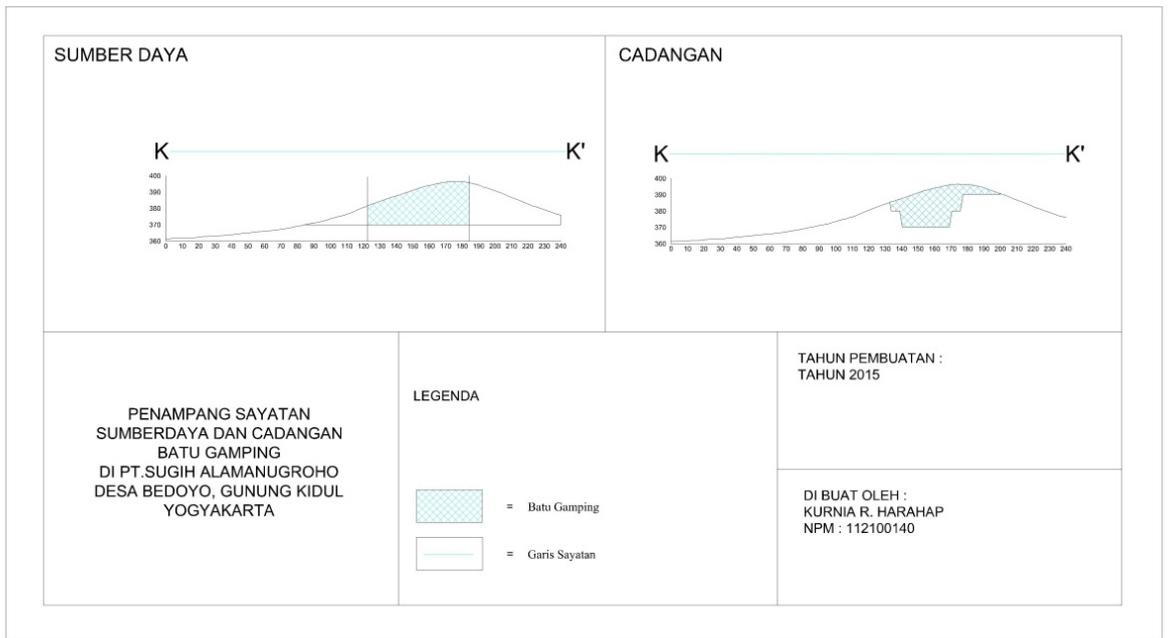
Gambar E.8  
Penampang Sayatan H – H’



Gambar E.9  
Penampang Sayatan I – I'



Gambar E.10  
Penampang Sayatan J – J'



Gambar E.11  
Penampang Sayatan K – K'

**LAMPIRAN F**  
**PERHITUNGAN CADANGAN DENGAN METODE CROSS SECTION**

1) Blok 1

Sayatan A-A' dengan sayatan B-B'

Jarak sayatan : 30 m

Luas sayatan A-A' : 74,7964 m<sup>2</sup>

Luas sayatan B-B' : 5387,6765 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{74,7964}{5387,6765} \\ &= 0,0139 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{t}{3} (L_1 + L_2 + \sqrt{L_1 \times L_2}) \\ &= \frac{30}{3} (74,7964 + 5387,6765 + \sqrt{74,7964 \times 5387,6765}) \\ &= 60.973 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 60.973 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 109.751 \text{ Ton} \end{aligned}$$

2) Blok 2

Sayatan B-B' dengan sayatan C-C'

Jarak sayatan : 30 m

Luas sayatan B-B' : 5387,6765 m<sup>2</sup>

Luas sayatan C-C' : 6981,708 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{5387,6765}{6981,708} \\ &= 0,7717 \end{aligned}$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan B-B'} + \text{Luas sayatan C-C'})}{2} \times$$

jarak

$$= \frac{(5387,6765 \text{ m}^2 + 6981,708 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m}$$

$$= 185.541 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Tonase = Volume x Densitas Batugamping

$$= 185.541 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 333.973 \text{ Ton}$$

3) Blok 3

Sayatan C-C' dengan sayatan D-D'

Jarak sayatan : 30 m

Luas sayatan B-B' : 6981,708 m<sup>2</sup>

Luas sayatan D-D' : 7579,5819 m<sup>2</sup>

Luas 1 : Luas 2

$$= \frac{6981,708}{7579,5819}$$

$$= 0,9211$$

Volume =  $\frac{(\text{Luas sayatan B-B}' + \text{Luas sayatan C-C}')}{2} \times$

jarak

$$= \frac{(6981,708 \text{ m}^2 + 7579,5819 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m}$$

$$= 218.419 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Tonase = Volume x Densitas Batugamping

$$= 218.419 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 393.155 \text{ Ton}$$

4) Blok 4

Sayatan D-D' dengan sayatan E-E'

Jarak sayatan : 30 m

Luas sayatan D-D' : 7579,5819 m<sup>2</sup>

Luas sayatan E-E' : 6814,4309 m<sup>2</sup>

Luas 1 : Luas 2

$$= \frac{7579,5819}{6814,4309}$$

$$= 1,1123$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(\text{Luas sayatan D-D'} + \text{Luas sayatan E-E}')}{2} \times \\ \text{jarak} &= \frac{(7579,5819 \text{ m}^2 + 6814,4309 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m} \\ &= 215.910 \text{ m}^3 \\ \text{Densitas Batugamping} &= 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 215.910 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 388.638 \text{ Ton} \end{aligned}$$

5) Blok 5

Sayatan E-E' dengan sayatan F-F'

$$\begin{aligned} \text{Jarak sayatan} &: 30 \text{ m} \\ \text{Luas sayatan E-E'} &: 6814,4309 \text{ m}^2 \\ \text{Luas sayatan F-F'} &: 5502,8496 \text{ m}^2 \\ \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{6814,4309}{5502,8496} \\ &= 1,2365 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(\text{Luas sayatan E-E'} + \text{Luas sayatan F-F}')}{2} \times \\ \text{jarak} &= \frac{(6814,4309 \text{ m}^2 + 5502,8496 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m} \\ &= 184.759 \text{ m}^3 \\ \text{Densitas Batugamping} &= 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 184.759 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 332.567 \text{ Ton} \end{aligned}$$

6) Blok 6

Sayatan F-F' dengan sayatan G-G'

$$\begin{aligned} \text{Jarak sayatan} &: 30 \text{ m} \\ \text{Luas sayatan F-F'} &: 5502,8496 \text{ m}^2 \\ \text{Luas sayatan G-G'} &: 3349,8365 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{5502,8496}{3349,8365} \\ &= 1,6427 \end{aligned}$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan F-F}' + \text{Luas sayatan G-G}')}{2} \times$$

jarak

$$\begin{aligned} &= \frac{(5502,8496 \text{ m}^2 + 3349,8365 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m} \\ &= 132.790 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Densitas Batugamping} = 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 132.790 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 239.023 \end{aligned}$$

#### 7) Blok 7

Sayatan G-G' dengan sayatan H-H'

$$\text{Jarak sayatan} : 30 \text{ m}$$

$$\text{Luas sayatan G-G}' : 3349,8365 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas sayatan H-H}' : 3312,095 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{3349,8365}{3312,095} \\ &= 1.0114 \end{aligned}$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan G-G}' + \text{Luas sayatan H-H}')}{2} \times$$

jarak

$$\begin{aligned} &= \frac{(3349,8365 \text{ m}^2 + 3312,095 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m} \\ &= 99.929 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Densitas Batugamping} = 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 99.929 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 179.872 \text{ Ton} \end{aligned}$$

#### 8) Blok 8

Sayatan H-H' dengan sayatan I-I'

Jarak sayatan : 30 m  
 Luas sayatan H-H' : 3312,095 m<sup>2</sup>  
 Luas sayatan I-I' : 3549,4704 m<sup>2</sup>

$$\text{Luas 1 : Luas 2} = \frac{3312,095}{3549,4704}$$

$$= 0,9331$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan G-G'} + \text{Luas sayatan H-H'})}{2} \times$$

jarak

$$= \frac{(3312,095 \text{ m}^2 + 3549,4704 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m}$$

$$= 102.923 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Tonase = Volume x Densitas Batugamping

$$= 102.923 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 185.262 \text{ Ton}$$

#### 9) Blok 9

Sayatan I-I' dengan sayatan J-J'

Jarak sayatan : 30 m  
 Luas sayatan I-I' : 3549,4704 m<sup>2</sup>  
 Luas sayatan J-J' : 1648,5665 m<sup>2</sup>

$$\text{Luas 1 : Luas 2} = \frac{3549,4704}{1648,5665}$$

$$= 2,1531$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan I-I'} + \text{Luas sayatan J-J'})}{2} \times$$

jarak

$$= \frac{(3549,4704 \text{ m}^2 + 1648,5665 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m}$$

$$= 77.971 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Tonase = Volume x Densitas Batugamping

$$= 77.971 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 140.347 \text{ Ton}$$

10) Blok 10

Sayatan J-J' dengan sayatan K-K

Jarak sayatan : 15 m

Luas sayatan J-J' : 1648,5665m<sup>2</sup>

Luas sayatan K-K : 923,788 m<sup>2</sup>

$$\text{Luas 1 : Luas 2} = \frac{1648,5665}{923,788}$$

$$= 1,7846$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas sayatan J-J'} + \text{Luas sayatan K-K}')}{2} \times$$

jarak

$$= \frac{(1648,5665 \text{ m}^2 + 923,788 \text{ m}^2)}{2} \times 30 \text{ m}$$

$$= 19.293 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

Tonase = Volume x Densitas Batugamping

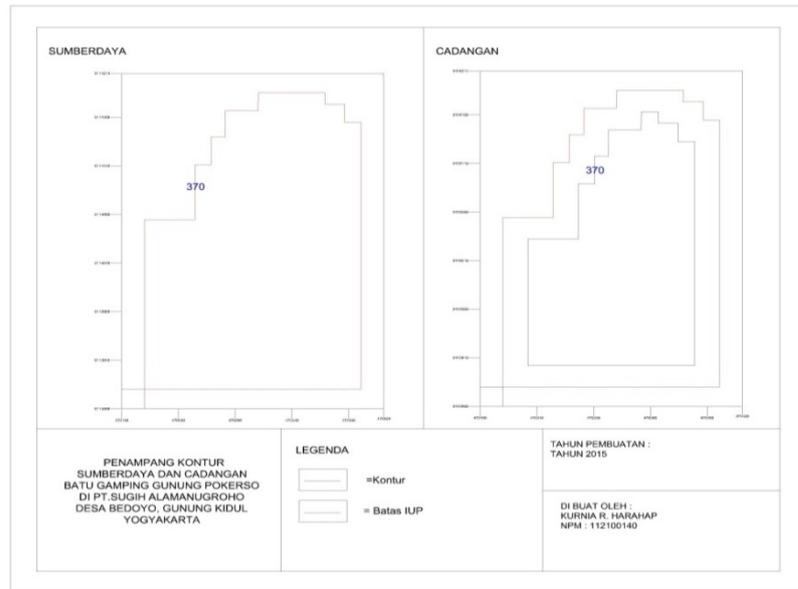
$$= 19.293 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 34.727 \text{ Ton}$$

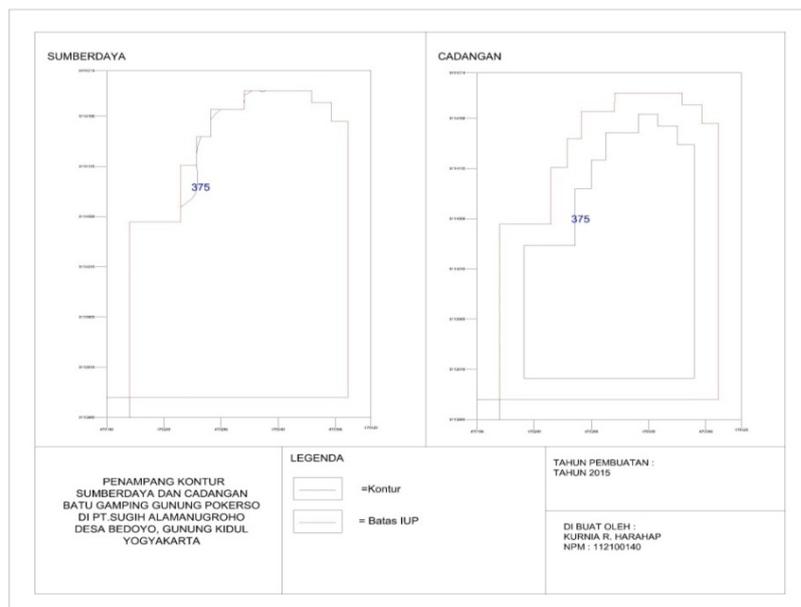
$$\begin{aligned} \text{Total Tonase Cadangan} &= \text{Tonase Blok 1} + \text{Tonase Blok 2} + \text{Tonase Blok 3} + \\ &\quad \text{Tonase Blok 4} + \text{Tonase Blok 5} + \text{Tonase Blok 6} + \\ &\quad \text{Tonase Blok 7} + \text{Tonase Blok 8} + \text{Tonase Blok 9} + \\ &\quad \text{Tonase Blok 10} + \text{Tonase Blok 11} \\ &= 109.751 \text{ Ton} + 333.973 \text{ Ton} + 393.155 \text{ Ton} + 388.638 \\ &\quad \text{Ton} + 332.567 \text{ Ton} + 239.023 \text{ Ton} + 179.872 \text{ Ton} + \\ &\quad 185.262 \text{ Ton} + 140.347 \text{ Ton} + 34.727 \text{ Ton} \\ &= 2.337.315 \text{ Ton} \end{aligned}$$

## LAMPIRAN G

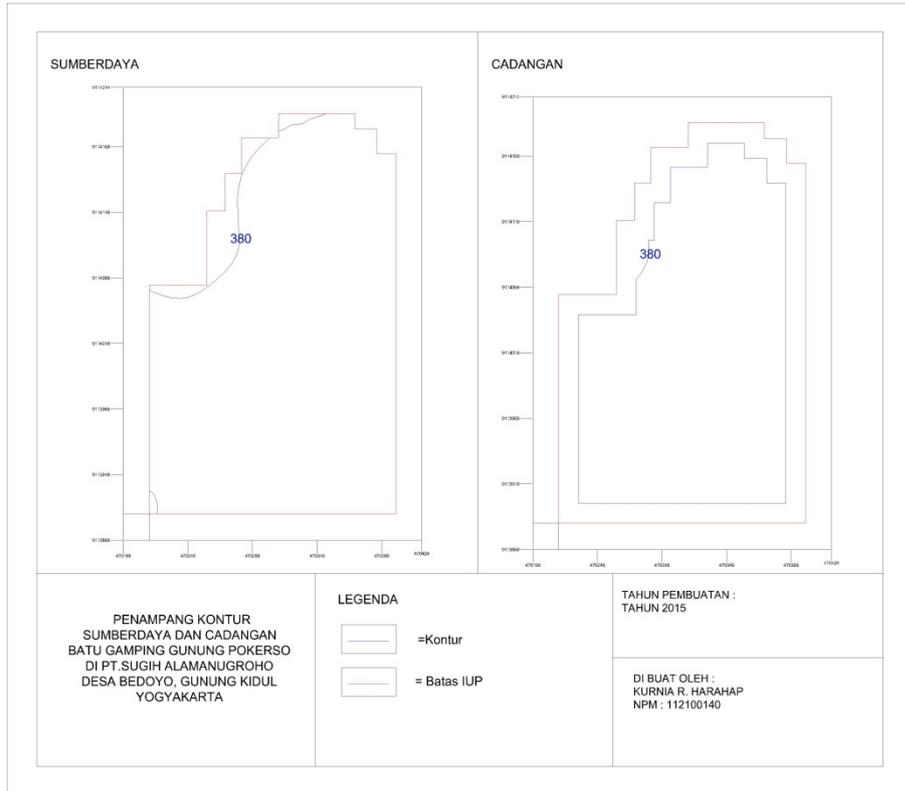
### PENAMPANG KONTUR GUNUNG POKERSO



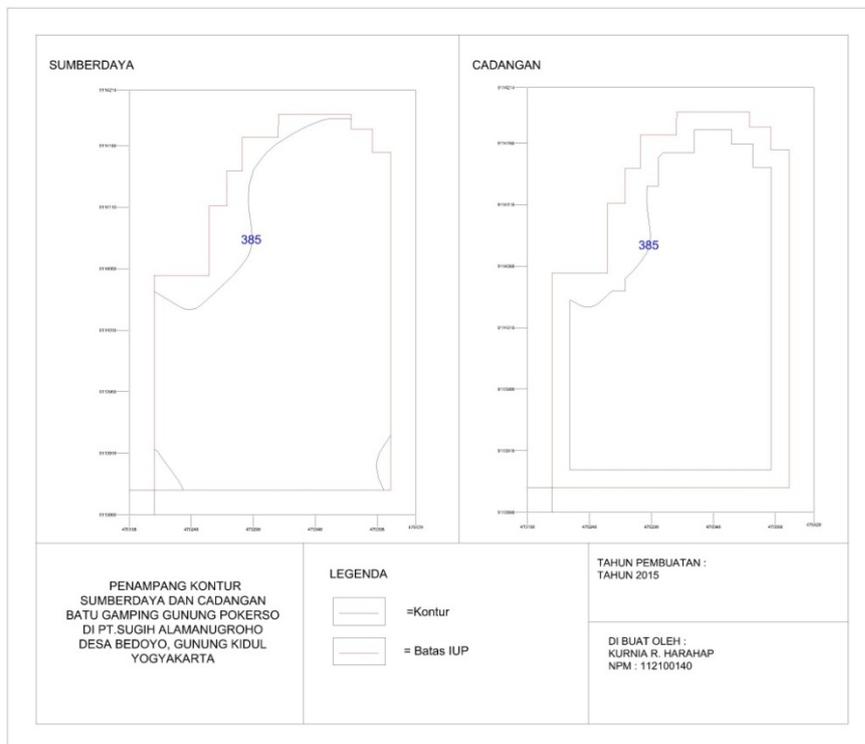
Gambar G.1  
Kontur Elevasi 370



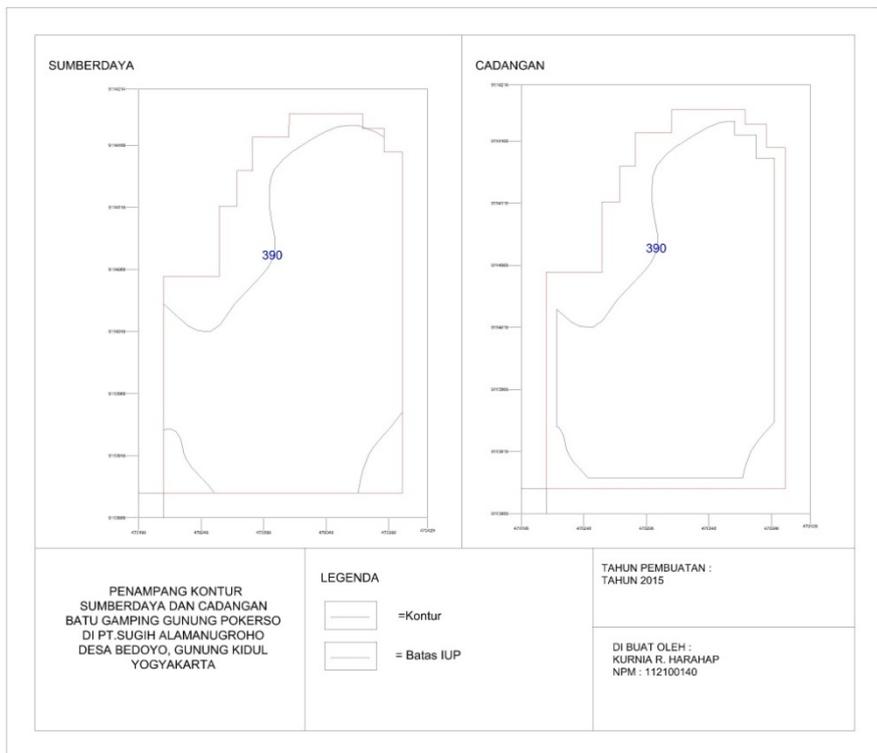
Gambar G.2  
Kontur Elevasi 375



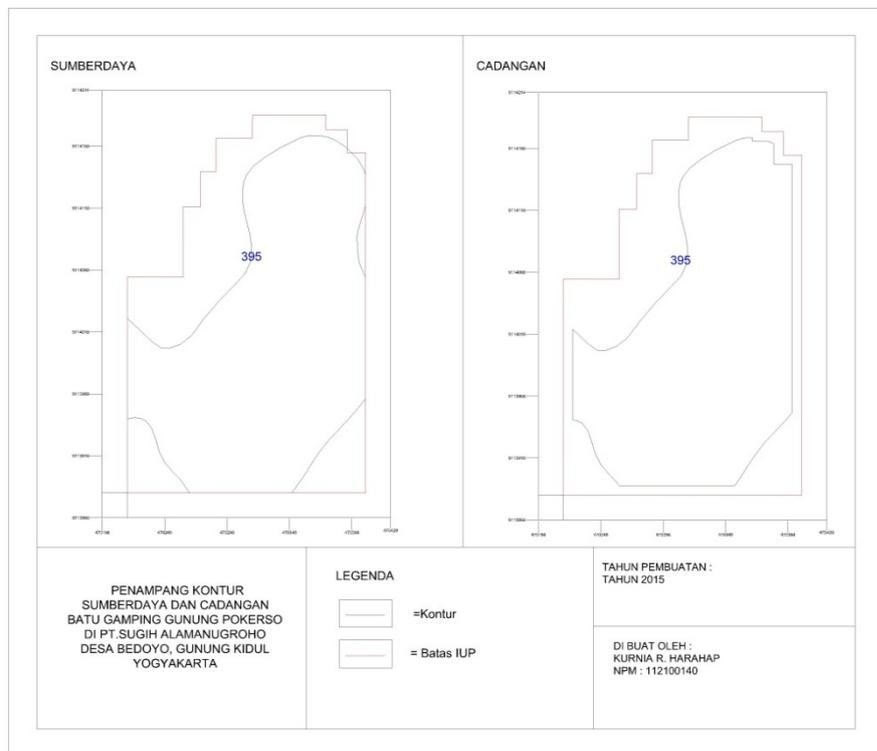
Gambar G.3  
Kontur Elevasi 380



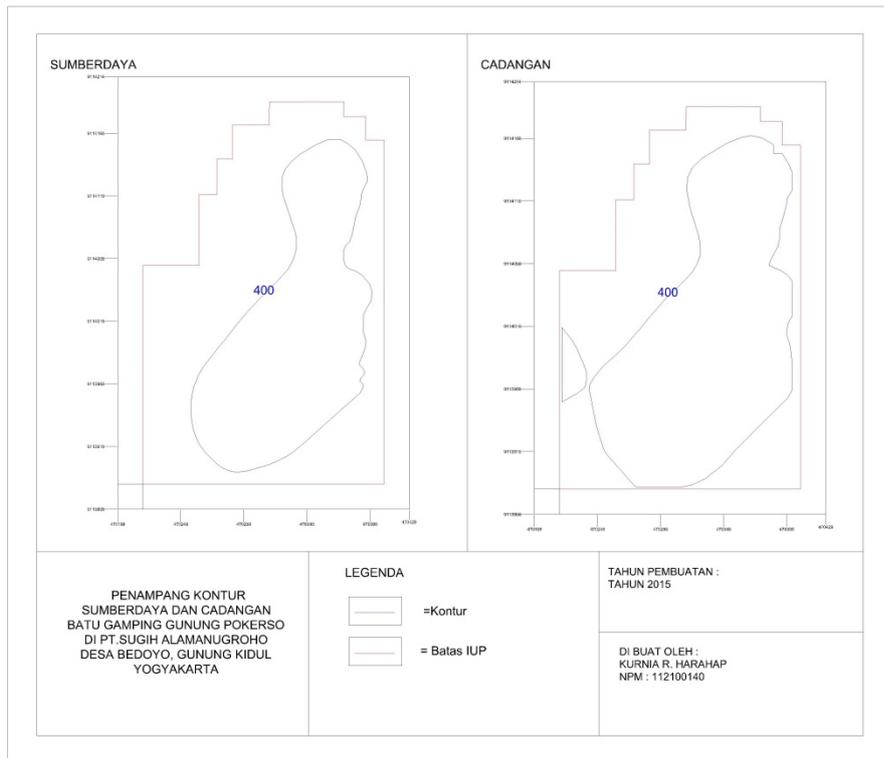
Gambar G.4  
Kontur Elevasi 385



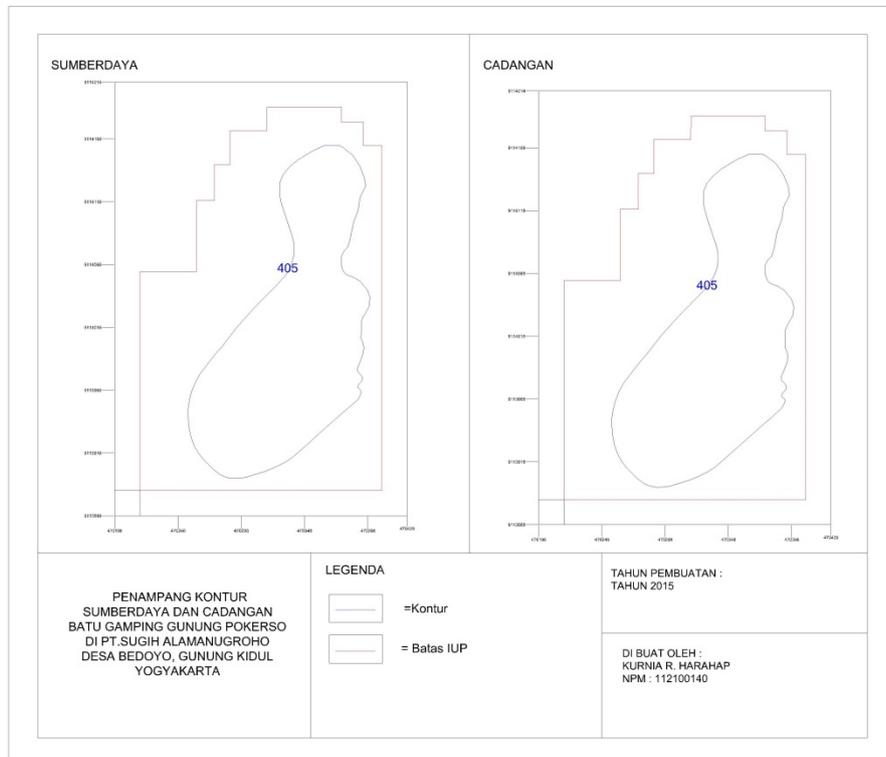
Gambar G.5  
Kontur Elevasi 390



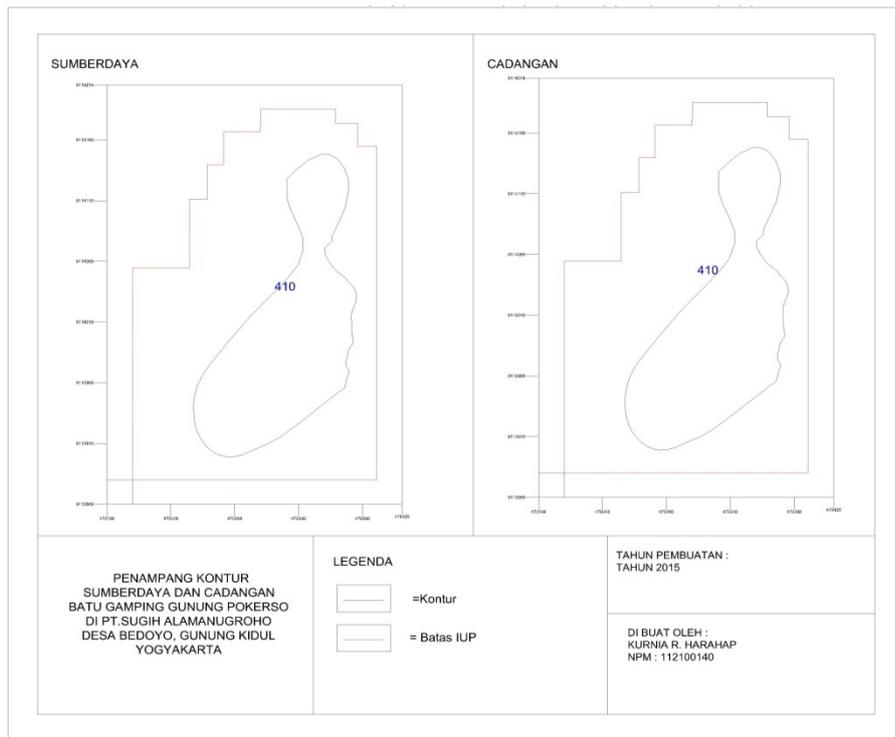
Gambar G.6  
Kontur Elevasi 395



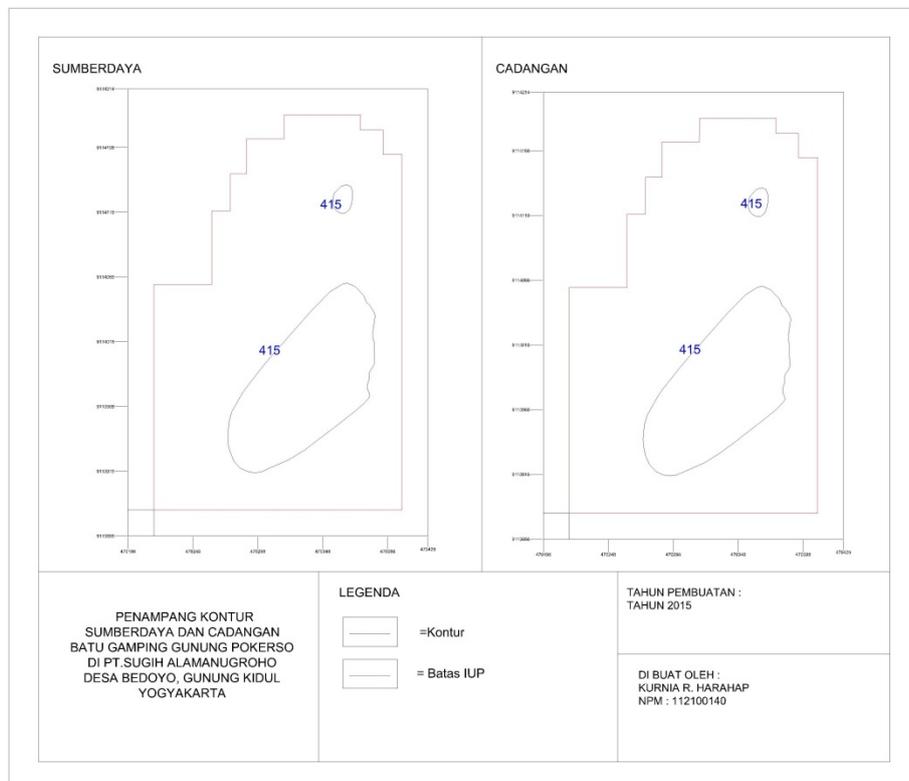
Gambar G.7  
Kontur Elevasi 400



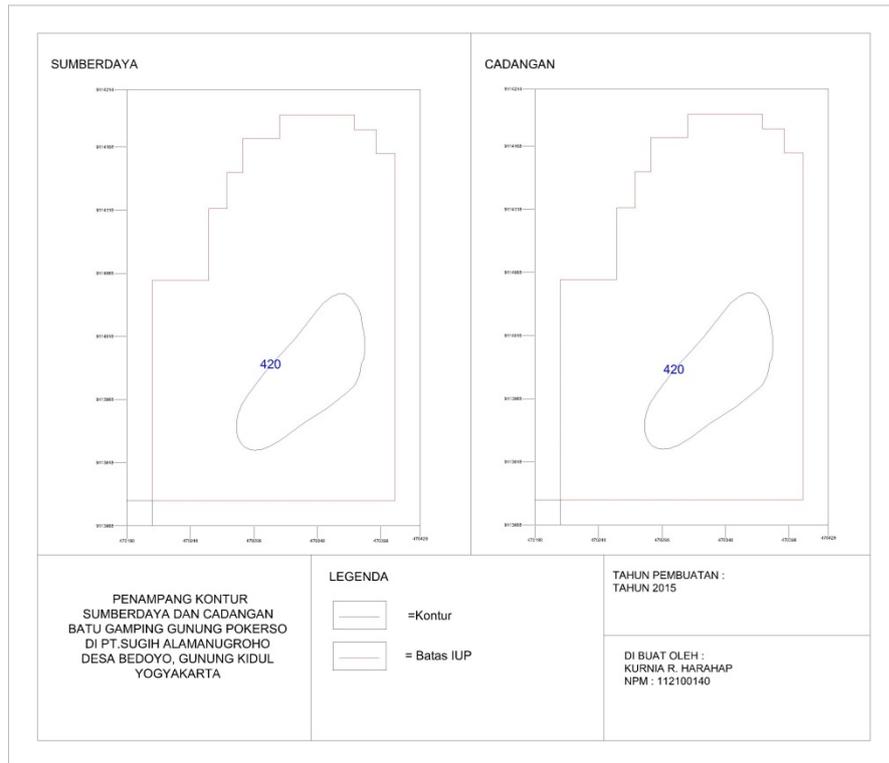
Gambar G.8  
Kontur Elevasi 405



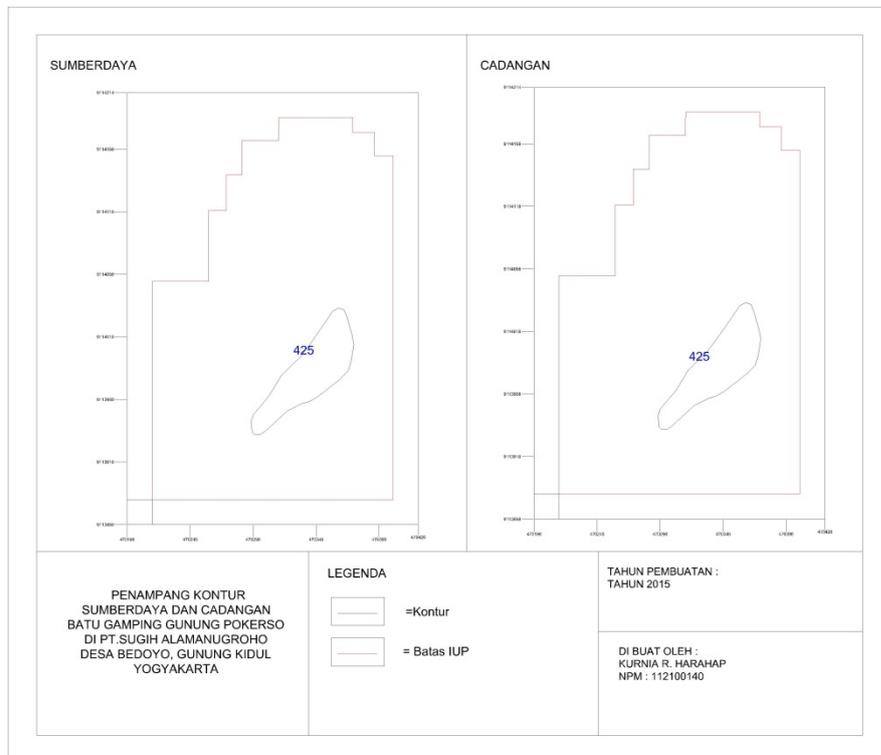
Gambar G.9  
Kontur Elevasi 410



Gambar G.10  
Kontur Elevasi 415



Gambar G.11  
Kontur Elevasi 420



Gambar G.12  
Kontur Elevasi 425

**LAMPIRAN H**  
**PERHITUNGAN CADANGAN DENGAN METODE CROSS SECTION**

11) Blok 1

Elevasi 425 dan Elevasi 420

Jarak Kontur : 5 m

Luas Elevasi 425 : 3124,297 m<sup>2</sup>

Luas Elevasi 420 : 6637,913 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{3124,297}{6637,913} \\ &= 0,4707 \end{aligned}$$

$$\text{Volume} = \frac{t}{3} (L_1 + L_2 + \sqrt{L_1 \times L_2})$$

$$\begin{aligned} &= \frac{5}{3} (3124,297 + 6637,913 + \sqrt{3124,297 \times 6637,913}) \\ &= 23860,33 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\ &= 23860,33 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\ &= 42948,6 \text{ Ton} \end{aligned}$$

12) Blok 2

Elevasi 420 dan Elevasi 415

Jarak sayatan : 5 m

Luas Elevasi 420 : 6637,913 m<sup>2</sup>

Luas Elevasi 415 : 9951,563 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{6637,913}{9951,563} \\ &= 0,6670 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(\text{Luas Elevasi 420} + \text{Luas Elevasi 415})}{2} \times \text{jarak} \\ &= \frac{(6637,913 \text{ m}^2 + 9951,563 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 41473,69 \text{ m}^3 \\
\text{Densitas Batugamping} &= 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
\text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&= 41473,69 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&= 74652,64 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

13) Blok 3

$$\begin{aligned}
&\text{Elevasi 415 dan Elevasi 410} \\
\text{Jarak sayatan} &: 5 \text{ m} \\
\text{Luas Elevasi 415} &: 9951,563 \text{ m}^2 \\
\text{Luas Elevasi 410} &: 15785,52 \text{ m}^2 \\
\text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{9951,563}{15785,52} \\
&= 0,6304 \\
\text{Volume} &= \frac{(\text{Luas Elevasi 415} + \text{Luas Elevasi 410})}{2} \times \text{jarak} \\
&= \frac{(9951,563 \text{ m}^2 + 15785,52 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&= 64342,7 \text{ m}^3 \\
\text{Densitas Batugamping} &= 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
\text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&= 64342,7 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&= 115816,9 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

14) Blok 4

$$\begin{aligned}
&\text{Elevasi 410 dan Elevasi 405} \\
\text{Jarak sayatan} &: 5 \text{ m} \\
\text{Luas Elevasi 410} &: 15785,52 \text{ m}^2 \\
\text{Luas Elevasi 405} &: 21090,89 \text{ m}^2 \\
\text{Luas 1 : Luas 2} &= \frac{15785,52}{21090,89} \\
&= 0,7485 \\
\text{Volume} &= \frac{(\text{Luas Elevasi} + \text{Luas Elevasi})}{2} \times \text{jarak} \\
&= \frac{(15785,52 \text{ m}^2 + 21090,89 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&= 92191,03 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Densitas Batugamping} &= 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
\text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&= 92191,03 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&= 165943,9 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

15) Blok 5

$$\begin{aligned}
&\text{Elevasi 405 dan Elevasi 400} \\
&\text{Jarak sayatan} && : 5 \text{ m} \\
&\text{Luas Elevasi 405} && : 21090,89 \text{ m}^2 \\
&\text{Luas Elevasi 400} && : 28053,34 \text{ m}^2 \\
&\text{Luas 1 : Luas 2} && = \frac{21090,89}{28053,34} \\
&&& = 0,7518 \\
&\text{Volume} && = \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak} \\
&&& = \frac{(21090,89 \text{ m}^2 + 28053,34 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&&& = 122860,6 \text{ m}^3 \\
&\text{Densitas Batugamping} && = 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&\text{Tonase} && = \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&&& = 122860,6 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&&& = 221149 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

16) Blok 6

$$\begin{aligned}
&\text{Elevasi 400 dan Elevasi 395} \\
&\text{Jarak sayatan} && : 5 \text{ m} \\
&\text{Luas Elevasi 400} && : 28053,34 \text{ m}^2 \\
&\text{Luas Elevasi 395} && : \text{m}^2 \\
&\text{Luas 1 : Luas 2} && = \frac{28053,34}{32639,33} \\
&&& = \\
&\text{Volume} && = \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak} \\
&&& = \frac{(28053,34 \text{ m}^2 + 32639,33 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&&& = \text{m}^3 \\
&\text{Densitas Batugamping} && = 1,8 \text{ Ton/m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&= \text{m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&= \text{Ton}
\end{aligned}$$

17) Blok 7

Elevasi 395 dan Elevasi 390

$$\text{Jarak sayatan} : 5 \text{ m}$$

$$\text{Luas Elevasi 395} : 32639,33 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Elevasi 390} : 35869,77 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas 1} : \text{Luas 2} &= \frac{32639,33}{35869,77} \\
&= 0,9099
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume} &= \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak} \\
&= \frac{(32639,33 \text{ m}^2 + 35869,77 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&= 171272,7 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\text{Densitas Batugamping} = 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$\begin{aligned}
\text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping} \\
&= 171272,7 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3 \\
&= 308290,9 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

18) Blok 8

Elevasi 390 dan Elevasi 385

$$\text{Jarak sayatan} : 5 \text{ m}$$

$$\text{Luas Elevasi 390} : 35869,77 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Elevasi 385} : 35080,8 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas 1} : \text{Luas 2} &= \frac{35869,77}{35080,8} \\
&= 1,0225
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Volume} &= \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak} \\
&= \frac{(35869,77 \text{ m}^2 + 35080,8 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m} \\
&= 177376,4 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\text{Densitas Batugamping} = 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping}$$

$$= 177376,4 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 319277,6 \text{ Ton}$$

19) Blok 9

Elevasi 385 dan Elevasi 380

Jarak sayatan : 5 m

Luas Elevasi 385 : 35080,8 m<sup>2</sup>

Luas Elevasi 380 : 35218,15 m<sup>2</sup>

$$\text{Luas 1 : Luas 2} = \frac{35080,8}{35218,15}$$

$$= 0,9961$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak}$$

$$= \frac{(35080,8 \text{ m}^2 + 35218,15 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 175747,4 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

$$\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping}$$

$$= 175747,4 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 316345,3 \text{ Ton}$$

20) Blok 10

Elevasi 380 dan Elevasi 375

Jarak sayatan : 5 m

Luas Elevasi 380 : 35218,15 m<sup>2</sup>

Luas Elevasi 375 : 30463,35 m<sup>2</sup>

$$\text{Luas 1 : Luas 2} = \frac{35218,15}{30463,35}$$

$$= 1,1561$$

$$\text{Volume} = \frac{(\text{Luas Elevasi 1} + \text{Luas Elevasi 2})}{2} \times \text{jarak}$$

$$= \frac{(35218,15 \text{ m}^2 + 30463,35 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 164203,7 \text{ m}^3$$

Densitas Batugamping = 1,8 Ton/m<sup>3</sup>

$$\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping}$$

$$= 164203,7 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 295566,7 \text{ Ton}$$

21) Blok 11

Elevasi 375 dan Elevasi 370

$$\text{Jarak sayatan} \quad : 5 \text{ m}$$

$$\text{Luas Elevasi 375} \quad : 30463,35 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Elevasi 370} \quad : 29742,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 : Luas 2} \quad = \frac{30463,35}{29742,18}$$

$$= 1,0242$$

$$\text{Volume} \quad = \frac{(\text{Luas Elevasi} + \text{Luas Elevasi})}{2} \times \text{jarak}$$

$$= \frac{(30463,35 \text{ m}^2 + 29742,18 \text{ m}^2)}{2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 150513,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Densitas Batugamping} \quad = 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Tonase} \quad = \text{Volume} \times \text{Densitas Batugamping}$$

$$= 150513,8 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ Ton/m}^3$$

$$= 270924,9 \text{ Ton}$$

Total Tonase = Tonase Blok 1 + Tonase Blok 2 + Tonase Blok 3 + Tonase Blok 4  
+ Tonase Blok 5 + Tonase Blok 6 + Tonase Blok 7 + Tonase  
Blok 8 + Tonase Blok 9 + Tonase Blok 10 + Tonase Blok 11

$$\begin{aligned} \text{Total Tonase} &= 42948,6 \text{ Ton} + 74652,64 \text{ Ton} + 115816,9 \text{ Ton} + 165943,9 \text{ Ton} + \\ &221149 \text{ Ton} + 273117 \text{ Ton} + 308290,9 \text{ Ton} + 319277,6 \text{ Ton} + \\ &316345,3 \text{ Ton} + 295566,7 \text{ Ton} + 270924,9 \text{ Ton} \\ &= 2.404.033 \text{ Ton} \end{aligned}$$

**LAMPIRAN I**  
**SENYAWA KIMIA BATUGAMPING DAERAH PENELITIAN**

Tabel I.1

Senyawa Kimia dan Koefisien Variansi dari Batugamping Daerah Penelitian

CONTO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	CaCO <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HD
A	0.08	0.03	0.05	55.43	98.98	0.25	0.06	0.06	0.00	0.00	0.12	0.00	0.18	43.71
B	0.30	0.04	0.13	54.56	97.43	0.64	0.05	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00	0.14	43.57
C	0.55	0.04	0.09	54.31	96.98	0.07	0.04	0.04	0.00	0.00	0.10	0.00	0.17	43.38
D	0.19	0.03	0.10	54.82	97.89	0.44	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.22	43.40
STDEV	0.20	0.01	0.03	0.48	0.86	0.24	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.16
MEAN	0.28	0.04	0.09	54.78	97.82	0.35	0.05	0.05	0.00	0.00	0.09	0.00	0.18	43.52
KOEF.VAR	0.72	0.16	0.36	0.01	0.01	0.70	0.20	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.19	0.00

Tabel I.2

Senyawa Kimia dan Kadar Rata-rata dari Batugamping Daerah Penelitian

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Parameter	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	CaCO <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HD
Rata-Rata	0.28	0.04	0.09	54.78	97.82	0.35	0.05	0.05	0	0	0.09	0	0.18	43.52

