

# Aplikasi Teknologi Informasi Untuk Perencanaan Tambang Kuari Batugamping Di Gunung Sudo Kabupaten Gunung Kidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

R. Andy Erwin Wijaya<sup>1</sup>, Dianto Isnawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta  
Email: andy\_sttnas@yahoo.com

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

## Abstrak

Industri pertambangan merupakan salah satu aspek yang penting dalam meningkatkan kesejahteraan manusia. Kegiatan pertambangan harus memperhatikan suatu sistem manajemen yang optimal yang berdasarkan pada azas pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Kegiatan pertambangan memerlukan perencanaan tambang secara optimal dan menyeluruh. Dalam operasional kegiatan pertambangan sejauh ini menunjukkan penggunaan yang kurang terhadap sistem teknologi informasi (komputerisasi), oleh sebab itu diperlukan sistem informasi teknologi pertambangan yang dapat menyajikan semua aspek perencanaan tambang. Pengelolaan pertambangan dapat berjalan dengan baik apabila didukung dengan informasi data yang lengkap dan akurat untuk membantu administrasi tambang. Sistem teknologi informasi (IT) telah dapat memberikan dukungan dalam pengelolaan pertambangan secara efektif.

Kata kunci : teknologi informasi, perencanaan tambang, batugamping

## 1. Pendahuluan

Industri pertambangan merupakan salah satu industri global yang penting dalam meningkatkan pendapatan dan perekonomian serta pengembangan wilayah di Indonesia. Hal ini telah dibuktikan, sektor pertambangan mampu berkembang pesat dalam dekade terakhir ini dengan perolehan dari ekspor mineral yang besar. Keuntungan yang diperoleh telah digunakan untuk mensubsidi pembangunan sarana dan prasarana daerah-daerah tertinggal. Hal ini ditunjukkan daerah yang kaya akan sumberdaya mineral, pembangunannya lebih pesat dibandingkan dengan daerah yang lain. Kegiatan sektor pertambangan dalam mengeksplorasi sumberdaya dan cadangan mineral harus memperhatikan suatu sistem manajemen sumberdaya mineral yang optimal yang berdasarkan pada azas pembangunan yang berkelanjutan. Untuk mendukung tugas pengelolaan sumberdaya mineral secara optimal diperlukan suatu metode dan teknologi modern dalam bentuk sistem teknologi informasi (IT) untuk menyelesaikan permasalahan tersebut di atas. Sistem teknologi informasi (IT) mampu menangani masalah dengan mudah dan cepat serta efisien. Dalam operasional kegiatan pertambangan sejauh ini menunjukkan penggunaan yang kurang terhadap sistem teknologi informasi (komputerisasi). Sistem informasi teknologi pertambangan menyajikan semua aspek dalam perencanaan tambang. Ketepatan waktu dan analisis data dapat digunakan untuk membantu

administrasi tambang sehingga dapat berfungsi secara efektif. Salah satu *software* untuk perencanaan tambang yang tersedia antara lain yaitu : *autocad* yang dimodifikasi, *surpac* dan *minex* (2005) *software* dimana meliputi seluruh fungsi tambang. Kegiatan operasional penambangan mengutamakan pemanfaatan komputerisasi perancangan desain tambang dan perencanaan proyek tambang kuari batugamping di Gunung Sudo, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.

## 2. Metode

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan cara pendekatan induktif. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi: persiapan, perijinan, *reconnaissance*, pengamatan lapangan, pengambilan sampel untuk memperoleh data – data primer, tahap olah data dan analisis serta pembahasan.

### 2.1 Metode Pengumpulan Data

Beberapa objek penelitian dalam menentukan perencanaan tambang batugamping di daerah Gunung Sudo, Kabupaten Gunung Kidul terdiri dari : kondisi topografi dan geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, kondisi singkapan permukaan batuan, jumlah estimasi cadangan batugamping, volume *overburden*, target produksi, umur tambang, batas kuari, geometri jenjang dan

jalan angkut pada lahan prospek tambang kuari batugamping.

## 2.2 Metode Analisis Data

Metode analisis data berdasarkan analisis kuantitatif yang digunakan adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel atau parameter yang digunakan pada perencanaan tambang, kemudian dilakukan koreksi data yang telah diperoleh. Selanjutnya dilakukan *coding* untuk menyederhakan data dengan memberi simbol atau notasi terhadap sampel yang telah diambil. Setelah itu dilakukan tabulasi untuk menempatkan data dalam bentuk tabel dengan cara membuat tabel yang berisi data yang akan dianalisis dengan bantuan perangkat lunak yang berbasis pada teknologi informasi. Analisis tersebut dapat mengintegrasikan dan mencakup: survei, evaluasi deposit mineral, perencanaan tambang, perencanaan produksi dan peralatan simulasi tambang. Tahapan analisis disesuaikan dengan kebutuhan, antara lain yaitu:

- Database lubang bor (*borehole*)
- Geomodel yang akurat
- Visualisasi 3 D lapisan horisontal
- Database cadangan mineral
- Database cadangan layak tambang
- Optimisasi kuari
- Perencanaan dan desain tambang terbuka
- Desain jalan angkut, penggalian, dan tempat penimbunan
- Perencanaan dan desain tambang bawah tanah
- Jadwal target produksi dan peralatan mekanis
- Rencana, pembagian dan laporan

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Aplikasi Teknologi Informasi Untuk Perencanaan Tambang

Penambangan sistem tambang terbuka menyebabkan adanya perubahan rona/bentuk dari suatu daerah yang akan ditambang menjadi sebuah *front* penambangan. Tambang terbuka terdiri dari beberapa jenjang (*bench*) dan jalan angkut. Perencanaan tambang merupakan suatu tahap penting dalam studi kelayakan dan rencana operasi penambangan (Hustrulid dan Kuchta, 1995). Perencanaan suatu tambang terbuka yang *modern* memerlukan model komputer dari cadangan mineral yang akan ditambang, baik berupa *block model* untuk tambang bijih atau kuari (Wright, 1990).

Implementasi aplikasi teknologi informasi (IT) untuk perencanaan tambang terbuka meliputi: mencari alternatif yang efisien untuk membuat *quarry design* (*boundary*, *bench*), blok formasi, estimasi dan rekalkulasi cadangan mineral dan volume *overburden*, menetapkan target dan jadwal

produksi, membuat desain jalan angkut dan desain tempat penimbunan, membuat sekuen penambangan, menghitung kapasitas dan alokasi alat, simulasi *dump truck* (Cottle dan Davey, 1983). Untuk mendesain variabel-variabel tersebut dapat menggunakan beberapa *software* sebagai solusi yang paling efisien. Untuk menjalankan program tersebut diperlukan beberapa data yang harus dipenuhi.

Contoh kasus: sebuah lokasi prospek tambang kuari batugamping daerah Gunung Sudo di Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta akan merencanakan desain tambang dengan penggalian batugamping hingga kedalaman 40 meter yang terdiri dari 8 jenjang (*multi bench*) dengan cadangan insitu: 58.793 ton, volume tanah penutup tidak ada, peralatan penggalian: kombinasi *backhoe – dump truck*, target produksi: 4.900 ton/tahun dan umur tambang 5 tahun.

### 3.2 Estimasi Cadangan Batugamping

Estimasi cadangan batugamping mempunyai tujuan sebagai berikut:

- Menentukan bentuk geometri cadangan (ketebalan, kemiringan dan penyebaran).
- Menentukan penyebaran lapisan penutupnya.
- Menentukan jumlah cadangan batugamping

*Database* cadangan batugamping meliputi: jumlah dan ketebalan batugamping dan *overburden*, volume dan tonase batugamping serta volume *waste*. Hasil dari penyelidikan yang dapat berupa *input* data topografi, validasi singkapan lapisan batugamping, pengukuran *strike/dip*, *borehole* dan *geological interpretation* dan *modeling*. Hasilnya dapat digunakan untuk menghitung cadangan, sehingga dapat dibuat penampang rancangan tambang kuari batugamping 3 dimensi di daerah Gunung Sudo (gambar 1).

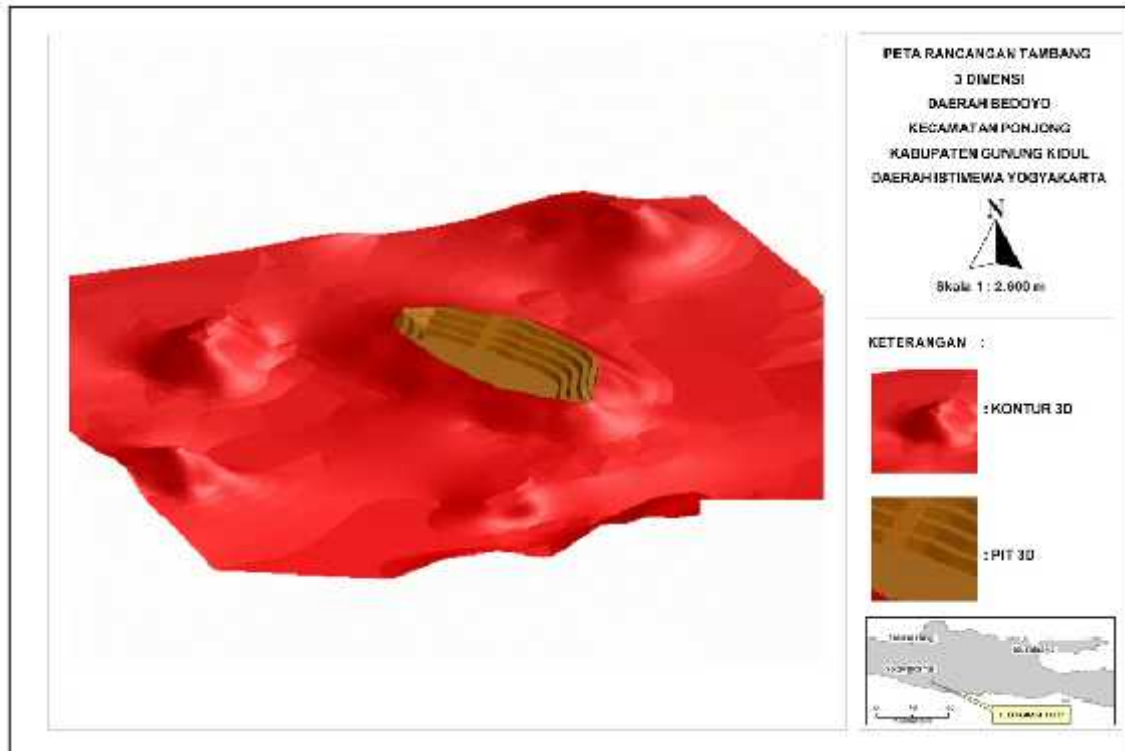
### 3.3 Rencana Jadwal Produksi

Perencanaan jadwal produksi merupakan tujuan yang utama pada kegiatan operasi penambangan batugamping. Secara rinci tujuan penjadwalan meliputi:

- Menentukan jadwal produksi (periode tahunan, 3 bulanan, bulanan, mingguan).
- Menentukan urutan-urutan penggalian, pembuatan jalan, penimbunan disposal dengan mengacu kepada *mine design*.
- Membuat desain situasi penambangan untuk periode-periode tersebut.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam perencanaan jadwal produksi:

- a. Mempelajari *mine design* dan menghitung kembali volume kuari, disposal dan memastikan semua parameter desain sesuai dengan alat yang diaplikasikan.
- b. Membuat usulan revisi desain jika diperlukan.
- c. Membuat *database block reserve* pada areal kuari.
- d. Menghitung jadwal produksi/kapasitas alat untuk masing-masing periode.
- e. Melakukan simulasi perhitungan volume dan menentukan batas penggalian sesuai dengan kapasitas alat, *overburden*, batugamping.
- f. Melakukan simulasi dan perhitungan volume *waste (block by block)* dan menentukan dimensi material dari kuari ke disposal (jarak angkut sesuai dengan ketersediaan alat).
- g. Membuat tahapan-tahapan konstruksi infrastruktur.
- h. Membuat desain situasi penambangan untuk periode-periode tersebut.



Gambar 1. Peta Rancangan Tambang Kuari Batugamping 3 Dimensi di Daerah Gunung Sudo

Rencana proyek tambang batugamping akan menambang batugamping dengan target produksi sebesar 4.900 ton per tahun dengan jumlah cadangan keseluruhan sebesar 58.793 ton. Perencanaan blok penambangan batugamping akan dilaksanakan pada tahun pertama sampai tahun ke lima. Produksi tambang batugamping per tahun dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Produksi Tambang Kuari Batugamping

Akhir Tahun	Batugamping (ton)
1	4.900
2	4.900
3	4.900
4	4.900
5 (final)	4.900

### 3.4 Desain Tambang Kuari Batugamping

#### a. Rancangan Batas Kuari (*Quarry Limit*)

Rancangan batas kuari tambang harus mempertimbangkan: *stripping ratio*, rekomendasi kajian geoteknik/*slope stability*, hidrogeologi, hidrologi dan batas-batas tata guna lahan. Data yang digunakan adalah data tekno-ekonomi (termasuk sudut lereng) dengan metode blok bijih. Bagaimana menentukan batas akhir kuari penambangan (bentuk/geometri dari *final kuari*). Berdasarkan kadar batas pulang pokok (*break even cut-off grade*), nisbah pengupasan pulang pokok (*break even stripping ratio*), data ekonomi, perolehan (*recovery*) dapat ditabulasikan antara BECOG (*break even cut-off grade*) dan BESR (*break even stripping ratio*) untuk berbagai kadar batas. Batas

penambangan di permukaan didasarkan pada batas lantai kuari dengan besar kemiringan akhir dari singkapan batugamping sebesar 55 derajat dan kedalaman 40 m dari permukaan Gunung Sudo. Dengan pertimbangan model geologi tambang dan jumlah cadangan ekonomis dapat dirancang kuari awal sampai akhir tambang (*quarry limit*). Peta rencana *Layout quarry limit* tambang batugamping Gunung Sudo dapat dilihat pada gambar 2.

**b. Desain Jenjang**

Geometri jenjang terdiri dari: tinggi jenjang, sudut lereng jenjang tunggal, dan lebar dari jenjang penangkap (*catch bench*). Rancangan geoteknik jenjang biasanya dinyatakan dalam bentuk parameter-parameter untuk ketiga aspek ini. Tinggi jenjang: biasanya alat muat yang digunakan harus mampu pula mencapai pucuk atau bagian atas jenjang. Jika tingkat produksi atau faktor lain mengharuskan ketinggian jenjang tertentu, alat muat yang akan digunakan harus disesuaikan pula ukurannya. Desain jenjang pada kuari dibuat multi jenjang (*multi bench*) dengan ketinggian keseluruhan (*total height*) : 40 m dengan kemiringan keseluruhan (*overall slope*) : 55 derajat, dengan tinggi setiap jenjang (*single bench*) sebesar 5 meter dan

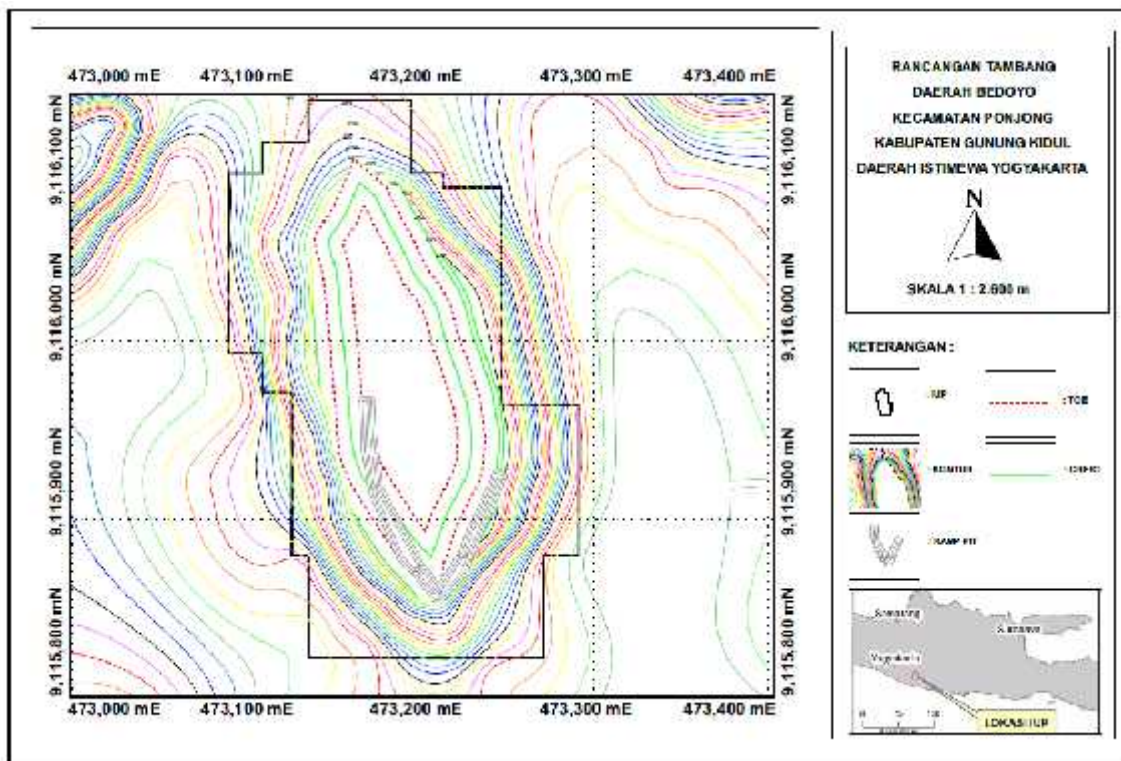
kemiringan jenjang (*single slope*) sebesar 80 derajat. Untuk menghasilkan 'crest' dan 'toe' jenjang pada tiap ketinggian 5 m, maka tiap tingkatan jenjang yang dibentuk di dalam kuari tambang terbatas pada kondisi topografi permukaan dari lantai dasar kuari. Tampilan desain jenjang kuari batugamping (gambar 3).

**c. Desain Penggalian**

Desain penggalian (*digging*) batugamping pada jenjang (*crest* dan *toe*) dilakukan dari elevasi permukaan paling atas ke permukaan dengan elevasi di bawahnya dengan interval 50 m dan kemiringan 80 derajat serta jenjang penangkap (*catch bench*) sebesar 3 m yang diproyeksikan pada setiap jenjang kuari.

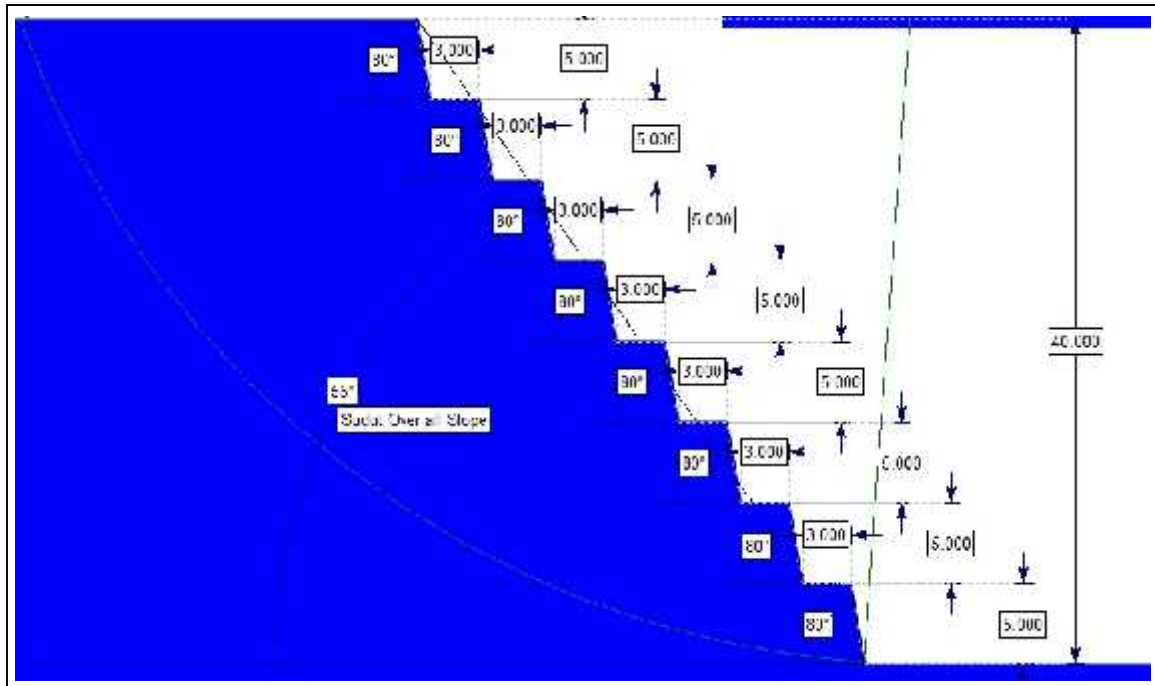
**d. Blok Formasi**

Penambangan batugamping pada kuari dilakukan dan dibagi menjadi beberapa blok tambang dengan interval berjarak 50 m. Formasi blok berfungsi untuk Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah penggalian dan dapat segera dilakukan reklamasi secara bertahap, sehingga pencemaran lingkungan dapat diminimalkan. Setiap blok tambang menunjukkan cadangan batugamping.



Gambar 2. Peta Rencana *Layout Quarry Limit* Tambang Batugamping Gunung Sudo





Gambar 3. Tampilan Desain Jenjang Kuari Batugamping Gunung Sudo

### 3.5 Desain Jalan Angkut (*Ramp*)

Desain jalan tambang (*ramp*) batugamping Gunung Sudo meliputi:

- a. Letak jalan keluar tambang dan akses jalan yang baik ke lokasi pembuangan tanah penutup (*waste dump*) dan peremuk bijih (*crusher*). Topografi merupakan faktor yang penting akan sulit bagi truk untuk keluar dari *kuari* ke medan yang curam.
- b. Lebar jalan: tergantung pada lebar alat angkut. Lebar jalan umumnya didesain lalu lintas dua arah yang cukup untuk lebar 2 truk dengan jarak aman, selokan penyaliran dan tanggul pengaman.
- c. Kemiringan jalan: jalan angkut di dalam tambang umumnya dirancang pada kemiringan 8% atau 10%. Untuk tambang-tambang besar, kemiringan jalan sebesar 8%.
- d. Untuk jalan tambang yang panjang, kemiringan 10% adalah kemiringan maksimum yang masih praktis. Tambang-tambang kecil banyak yang dirancang dengan kemiringan 10%.
- e. Rancangan spiral dan *switchback*, pada umumnya *switchback* ingin dihindari karena cenderung memperlambat lalu lintas dan ban akan cepat aus. Pertimbangan lain ialah keamanan.
- f. Jalan angkut pada kuari didesain pada gradient 10% dengan lebar 10 m (Gambar 2 pada *ramp pit*).

### 3.6 Desain Timbunan Material Buangan (*Waste Dump*)

*Waste dump* adalah suatu daerah dimana suatu operasi tambang terbuka dapat membuang material berkadar rendah atau material bukan bijih. Daerah yang diperlukan untuk *waste dump* pada umumnya luasnya dua sampai tiga kali dari *kuari*. Hal ini disebabkan oleh:

- a. Material yang telah dibongkar (*loose material*) berkembang (30-45)% dibandingkan dengan material insitu.
- b. Sudut kemiringan untuk setiap *dump* umumnya lebih landai dari kemiringan *kuari*.
- c. Material pada umumnya tidak dapat ditumpuk setinggi kedalaman dari *kuari*.

Pemilihan lokasi *waste dump* tergantung pada beberapa faktor yaitu:

- a. Lokasi dan ukuran *kuari*.
- b. Topografi.
- c. Volume *waste rock*
- d. Batas Ijin Usaha Pertambangan.
- e. Jalur penirisan.
- f. Persyaratan reklamasi.
- g. Kondisi pondasi.
- h. Peralatan penanganan material.

Cara prosedur desain timbunan yang dibantu dengan menggunakan suatu perangkat lunak (*software*).

- a. Pastikan jumlah material yang akan ditimbun berdasarkan rencana penambangan yang telah dibuat tahap sebelumnya, misalnya jumlah material *waste* atau jumlah *overburden* sedangkan batugamping ditimbun di *stockpile*.

- b. Menentukan lokasi timbunan kemudian mendigitasi topografi untuk membentuk timbunan. Proses digitasi ini merancang pembentukan lereng dengan kemiringan tertentu (sesuai besar sudut yang diinginkan), selain itu juga mempertimbangkan lebar jalan angkut yang dibutuhkan sehingga truk memiliki *access* masuk ke lokasi timbunan.
- c. Membentuk timbunan dari elevasi terendah kemudian naik ke elevasi atas sesuai tonase material.
- d. Lakukan perhitungan kapasitas volume timbunan berdasarkan luas dan tinggi jenjang rencana timbunan. Lakukan perubahan desain apabila desain kapasitas tonase timbunan belum sesuai dengan tonase material yang akan ditimbun.
- e. Setelah membentuk timbunan dengan kapasitas tonase yang disesuaikan dengan tonase material yang akan ditimbun, kemudian lakukan pengisian material yang akan ditimbun (sesuai desain) untuk membentuk topografi akhir setelah material ditimbun.
- f. Bentuk timbunan dapat juga digambarkan dalam bentuk tiga dimensi (3D) dengan menggunakan *software*.

Desain *waste dump* dirancang dengan ketinggian maksimal 30 m, sudut kemiringan 28 derajat dan lebar jenjang 30 m. Hal ini dibuat agar memungkinkan kondisi stabilitas lereng pada *waste dump* dan jalan angkut yang aman.

#### 4. Kesimpulan

Implementasi aplikasi teknologi informasi (IT) untuk perencanaan tambang terbuka meliputi: mencari alternatif yang efisien untuk membuat *quarry design (boundary, bench)*, blok formasi, estimasi dan rekalkulasi cadangan mineral dan volume *overburden*, menetapkan target dan jadwal produksi, membuat desain jalan angkut dan desain tempat penimbunan, membuat sekuen penambangan, menghitung kapasitas dan alokasi alat, simulasi *dump truck*. Untuk mendesain variabel-variabel tersebut dapat menggunakan beberapa *software* sebagai solusi yang efisien. Aplikasi ini diterapkan pada lokasi prospek tambang kuari batugamping daerah Gunung Sudo di Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Rencana desain tambang dengan penggalan batugamping hingga kedalaman 40 meter yang terdiri dari 8 jenjang (*multi bench*) dengan cadangan insitu: 58.793 ton, volume tanah penutup tidak ada, peralatan penggalan: kombinasi *backhoe – dump truck*, target produksi: 4.900 ton/tahun dan umur tambang 5 tahun.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan kesempatan pendanaan penelitian dengan Skema Penelitian Hibah Bersaing tahun 2016, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan publikasi ini.

#### Daftar Pustaka

- Cottle, J.W., Davey C.J., 1983, *Computerized Deposit Modelling, Volumetrics, and Production Scheduling*, Computers in Mining Symposium; The Aust.I.M.M. Southern Queensland Branch, May, 111-115.
- Hustrulid, W., Kuchta M., 1995, *Open Pit Mine Planning and Design*, Volume 1 Fundamental; A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 212-248.
- Wright, E.A., 1990, *Open Pit Mine Design Models*, Series on Mining Engineering 8, Trans. Tech. Publications, 1-187.
- Wijaya R., A., E., dan Isnawan, D., 2016, *Model Klasifikasi Kelayakan Lahan Tambang Kuari Batugamping Berdasarkan Kondisi Geologi Teknik dan Stabilitas Lereng Sebagai Dasar Perencanaan Tambang*; Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun ke-2; dibiayai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi.
- ....., 2005, *Resource Modelling and Mine Planning System*, Mining Software System (Minex5), www.surpac.com.