Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)
Vol. 20 No. 1 April 2010: 13-23

KAJIAN ALTERNATIF PEMILIHAN ALAT BERAT UNTUK MEMENUHI TARGET PRODUKSI LEMPUNG DAN BATU GAMPING DI LOKASI RENCANA TAMBANG SEMEN SUKABUMI KABUPATEN SUKABUMI PROVINSI JAWA BARAT

Aminuddin
Pusat Lingkungan Geologi
Jln. Diponegoro 57 Bandung 40122

SARI

Kajian alternatif pemilihan alat berat dengan type tertentu merupakan hal yang sangat penting dalam rencana penambangan batu gamping dan lempung maupun untuk bahan galian lainnya. Rencana produksi batu gamping pada periode pertama (tahun 1 – 5) ditetapkan sebesar 15,2 juta ton/tahun dan akan meningkat pada periode kedua (tahun 6 – 10) sampai keenam sebesar 21,7 juta ton/tahun. Untuk lempung pada periode pertama (tahun 1 – 5) ditetapkan sebesar 2,9 juta ton/tahun dan akan meningkat pada periode kedua (tahun 6 – 10) sampai keenam sebesar 4,23 juta ton/tahun. Penggunaan alat berat dengan type dan kapasitas yang beda supaya lebih efektif dan efisien, maka jumlah alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada lempung adalah: bulldozer Caterpillar D8R = 1 unit, backhoe Caterpillar CAT 375 = 1 unit dan dumptruck IVECO MPC410E38H = 3-4 unit. Sedangkan jumlah alat berat yang diperlukan untuk penambangan lempung adalah: backhoe Caterpilar CAT 375 = 1-2 unit, dump truck IVECO MPC410E38H = 3-6 unit. Alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada batu gamping adalah : bulldozer Caterpillar D8R = 1 unit, backhoe CAT 375 = 1 unit dan dump truck IVECO MPC410E38H = 2-3 unit. Sedangkan jumlah alat yang diperlukan pada penambangan batu gamping adalah: backhoe Caterpilar CAT 375 = 2-3 unit, dan dump truck IVECO MPC410E38H = 3-9 unit.

Kata kunci: alat berat, produksi, lempung, batu gamping

ABSTRACT

Using heavy equipment by type and capacity for eficiency and efectivity in clay and lime stone mining given positif impact is decrease air polution by dust; decrease noise and ground vibration; and less accident in mine sorrounding. To get production target per anum, clay 2.9 – 4.23 milllion ton/year we need equipment is backhoe Caterpilar CAT 375 = 1-2 unit, dump truck IVECO MPC410E38H = 3-6 unit. and lime stone target 15.2 – 21.7 milllion ton/year, used equipment is backhoe Caterpilar CAT 375 = 2-3 unit, and dump truck IVECO MPC410E38H = 3-9 unit.

Keywords: *heavy equipment, production, clay, limestone*

PENDAHULUAN

Usaha kegiatan pertambangan yang tidak berwawasan lingkungan atau tidak mempertimbangkan keseimbangan dan daya dukung lingkungan, dapat menimbulkan dampak negatif yang tidak diharapkan. Oleh karena itu, selain melakukan kajian potensi sumber daya, juga harus dilakukan kajian tentang aspek lingkungan yang terdapat pada maupun di sekitar potensi sumber daya batu gamping dan lempung berada, sehingga dampak negatif yang mungkin timbul akibat kegiatan penambangan dapat dihindari atau dapat ditekan sekecil mungkin.

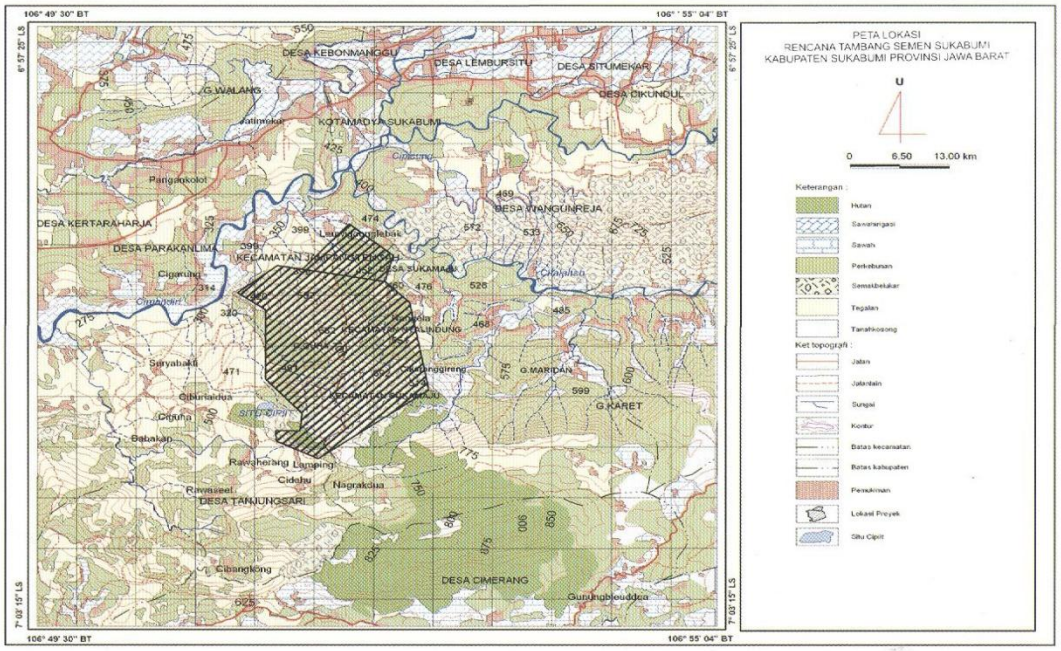
Kabupaten Sukabumi mempunyai potensi sumber daya batu gamping dan lempung yang perlu dikembangkan dan segera dilakukan eksploitasi untuk memenuhi kebutuhan semen yang semakin meningkat di masa yang akan datang. Oleh sebab itu untuk memenuhi target produksi yang diinginkan setiap tahun pada rencana penambangan batu gamping dan lempung tersebut perlu dilakukan suatu kajian mengenai alternatif pemilihan alat berat yang akan digunakan supaya lebih efektif dan efisien. Penggunaan alat berat yang sesuai dengan kondisi lingkungan penambangan otomatis akan berdampak positif terhadap lingkungan diantaranya akan memperkecil polusi udara akibat debu yang berterbangan; mengurangi kebisingan dan getaran; dan mengurangi kecelakaan tambang.

Kajian alternatif pemilihan alat berat dengan type dan kapasitas yang berbeda ini merupakan pengembangan dari kajian rencana penambangan yang penulis laksanakan pada kegiatan studi kelayakan dan Amdal Tambang Semen Sukabumi yang telah disetujui oleh Komisi Amdal Daerah, Dinas Lingkungan Hidup, Kabupaten Sukabumi. Dalam rencana penambangan sebelumnya *(dokumen Amdal, 2007)* alat berat yang digunakan antara lain bulldozer Caterpillar D4C Series III (4P), backhoe Komatsu PC 200 LC dan dump truck Mitshubisi COLT DIESEL 120 PS. Akan tetapi dari hasil perhitungan, penggunaan alat tersebut masih kurang efektif dan efisien sehingga diperlukan kajian yang lebih detail. Dalam kesempatan ini penulis mencoba untuk mengkaji penggunaan peralatan dengan type dan kapasitas lain sehingga diharapkan akan menghasilkan jumlah alat berat yang lebih sedikit dan efisien dalam pelaksanaanya. Alat berat yang dipilih yaitu: bulldozer Caterpillar D8R, backhoe Caterpillar CAT 375 dan dump truck IVECO MPC410E38H.

KONDISI UMUM RENCANA PENAMBANGAN

Lokasi dan Luas Wilayah Kuasa Pertambangan (KP)

Kegiatan proyek pertambangan Bahan Galian Lempung dan Batu Gamping PT. TAMBANG SEMEN SUKABUMI (Gambar 1) secara adminis-



Gambar 1. Peta lokasi PT. Tambang Semen Sukabumi
(Sumber: AMDAL Penambangan batu gamping dan lempung, Sukabumi, 2007).

trasi lokasinya masuk dalam wilayah Administrasi Kecamatan Nyalindung dan Kecamatan Jampang Tengah yaitu Desa Sukamaju dan Desa Tanjung Sari. Batas wilayah kawasan IUP Pertambangan Bahan Galian Lempung dan Batu Gamping PT. TAMBANG SEMEN SUKABUMI berjarak ± 27 Km dari Kota Sukabumi. Luas tapak proyek kawasan pertambangan Bahan Galian Lempung dan Batu Gamping PT. TAMBANG SEMEN SUKABUMI adalah sebesar 600 ha, terdiri dari IUP bahan Galian Lempung Sebesar 110 ha dan 490 ha untuk batu gamping. Kondisi eksisiting tapak proyek adalah lahan perkebunan milik Perum Perhutani dengan jenis tanaman/pohon yang mendominasi adalah pohon pinus.

Jumlah Cadangan dan Target Produksi

Cadangan batu gamping dan lempung serta rencana produksi dan umur tambang dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut ini:

Tabel 1: Detail Rencana Penambangan Batu Gamping

PERIODE	TAHUN	LUAS (Ha)	PRODUKSI (juta. ton)	KEGIATAN
1	1-5	53,8	15,2	□ Pembangunan *Hauling Road* dari *crusher* (+475 dpl) sampai ke puncak bukit (+685 dpl). □ Pembangunan area pertambangan dari puncak Gn. Guha ke arah utara wilayah konsesi.
2	6-10	75,9	21,7	□ Perluasan area pertambangan dari titik pertama ke arah barat daya dan pengurangan level penambangan sampai +445 dpl
3	11-15	99,4	21,7	□ Pengurangan level kerja sampai kedalaman +370 dpl di bagian utara. Dan pengurangan level di Gn Guha sampai kedalaman +610 DPL
4	16-20	158	21,7	□ Perluasan daerah pertambangan di bagaian selatan dan mengurangi level penambangan sampai kedalaman +595 dpl □ Pembuatan jalan tambang baru di bagian barat dari front tambang level 595 m, menuju crushing plant melelui loksi settling pond.
5	21-25	200,1	21,7	□ Perluasan area penambangan ke arah timur sampai batas wilayah dan pengurangan level penambangan samapai kedalaman +550 dpl.
6	26-30	210	21,7	□ Perluasan area penambangan samapi batas wilayah dan pengurangan level penambangan sampai kedalaman akhir.

Tabel 2 : Detail Rencana Penambangan Lempung

PERIODE	TAHUN	PRODUKSI (juta. ton)	KEGIATAN
1	1-5	2,9	Pembangunan *Hauling Road* Pengupasan tanah penutup
2	6-10	4,23	Penambangan lempung
3	11-15	4,23	Penambangan lempung
4	16-20	4,23	Penambangan lempung
5	21-25	4,23	Penambangan lempung
6	26-30	4,23	Penambangan lempung

METODOLOGI

A. Metode Penambangan

Metode penambangan yang akan digunakan adalah dengan sistem tambang terbuka (*Quarry*) secara berjenjang. Pembongkaran batuan terutama tanah penutup akan dilakukan dengan cara penggalian langsung dengan *bulldozer* dan *back hoe*. Untuk batu gamping yang mempunyai sifat relatif keras, maka pembongkarannya dilakukan dengan peledakan.

Alat angkut yang digunakan baik untuk tanah penutup maupun batu gamping dan lempung adalah *dump truck*. Area rencana penambangan akan dibagi menjadi beberapa blok/areal kerja penambangan untuk memenuhi sasaran produksi tahunan yang cukup besar (Gambar 2 dan 3). Adapun dimensi penambangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tahap Penambangan

Kegiatan penambangan batu gamping dan lempung akan melalui beberapa tahapan antara lain:

Persiapan

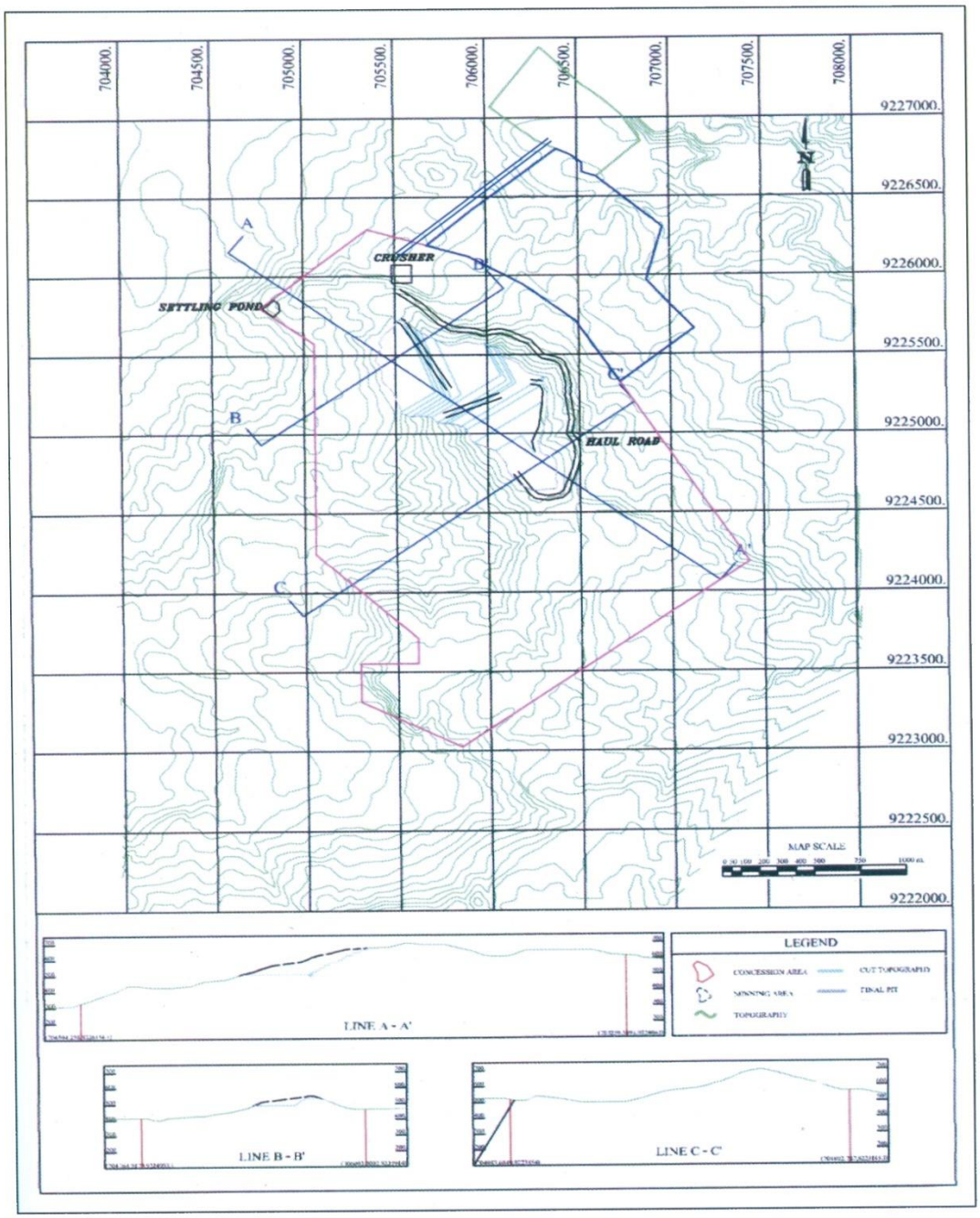
Adalah merupakan kegiatan pembuatan sarana dan prasarana penambangan seperti pembuatan jalan masuk ke lokasi penambangan, pembuatan kantor dan mess karyawan, mobilisasi peralatan berat, pembuatan gudang bahan peledak serta prasarana lainnya.

Pembersihan lahan

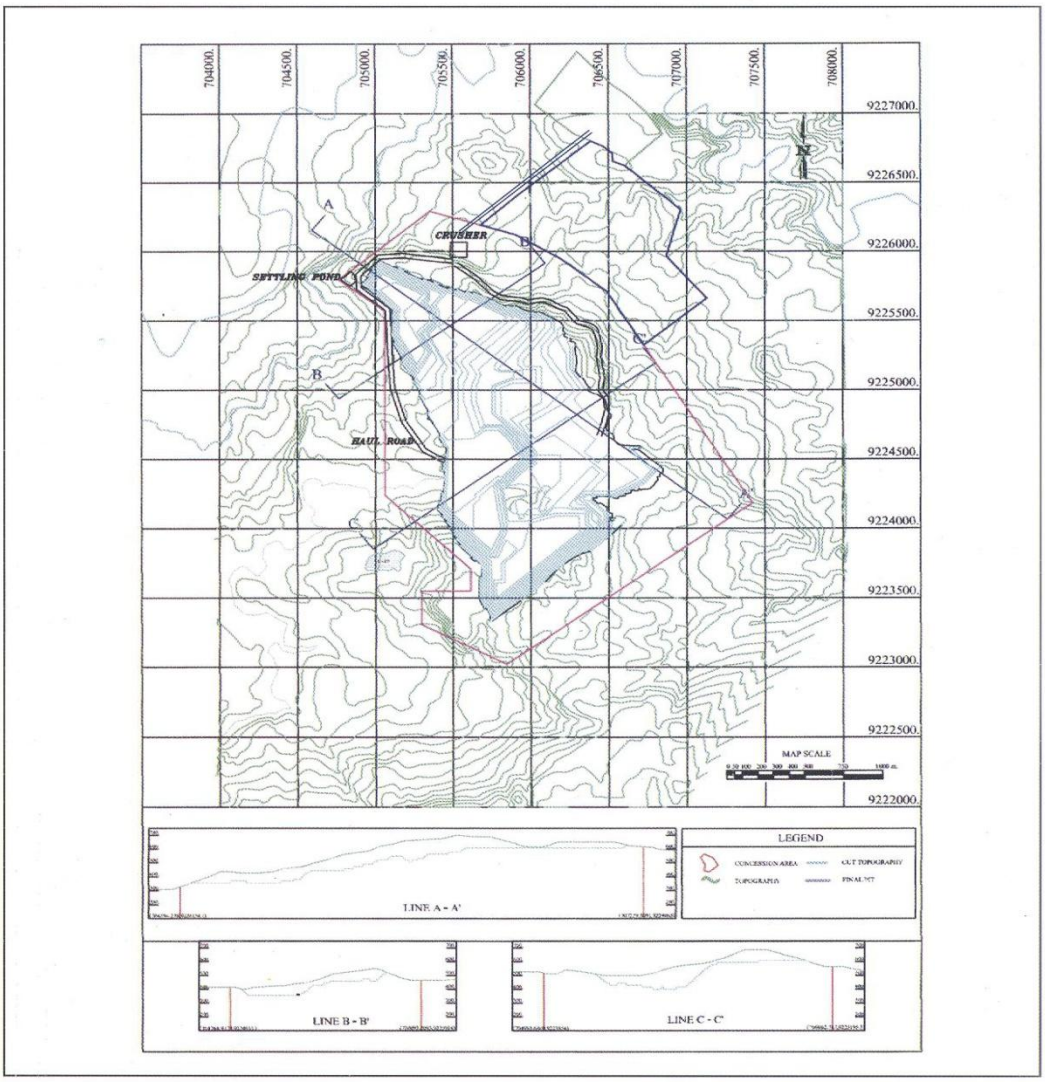
Kegiatan ini meliputi pembersihan pohon-pohonan dan semak belukar. Tumbuh-tumbuhan tersebut dibongkar dan di dorong dengan menggunakan bulldozer dan ditempatkan pada tempat tertentu yang dikelola dengan baik.

Tabel 3 : Dimensi Jenjang Penambangan

BAGIAN JENJANG	BATU GAMPING	LEMPUNG
Lebar jenjang	15 m	15 m
Tinggi jenjang	10 m – 12 m	8 – 10 m
Sudut lereng	70 – 72 derajat	60 – 68 derajat
Sudut lereng akhir	21 derajat	21 derajat



Gambar 2: Rencana Penambangan Periode 1 (Tahap Awal)



Gambar 3: Rencana Penambangan Periode 6 (Tahap Akhir)

Pengupasan tanah pucuk dan tanah penutup

Kegiatan pengupasan tanah pucuk dan tanah penutup dilakukan pada saat persiapan lokasi untuk pemboran dan peledakan. Batuan penutup berupa batu gamping yang telah lapuk dan sebagian telah menjadi lapisan tanah. Pengupasan tanah penutup tersebut menggunakan alat-alat berat yaitu bulldozer dan back hoe serta alat angkut dump truck. Hasil pengupasan tanah pucuk akan disimpan pada lokasi tertentu yang akan dimanfaatkan untuk proses reklamasi bila kegiatan tambang berakhir. Kegiatan pengupasan tanah penutup dilakukan pada daerah penambangan batu gamping dan lempung. Kegiatan pengupasan tanah penutup di site batu gamping direncanakan pada periode I sampai periode IV.

Sedangkan pengupasan tanah penutup di lokasi lempung hanya berlangsung pada periede I dan II (Tabel 4).

Pemboran dan Peledakan

Batu gamping mempunyai sifat kekerasan yang cukup tinggi sehingga tidak mampu dibongkar/ diberai dengan menggunakan alat berat. Oleh sebab itu harus menggunakan cara pemboran dan peledakan. Pola pemboran yang akan diterapkan adalah selang seling dan pola peledakannya adalah serentak dalam satu baris dan beruntun antara baris yang satu dengan baris lainnya. Arah peledakan disesuaikan dengan rencana penambangan yang telah dibuat.

Secara rinci kebutuhan pemboran dan peledakan bisa dilihat dibawah ini:

Pola pemboran = selang seling
Pola Peledakan = serentak dalam 1 baris dan beruntun antar baris
Arah Peledakan = disesuaikan dengan rencana penambangan
Geometri peledakan → R.L. Ash (1978)
Bahan Peledak = ANFO (Ve=11100 fps, SG=0,9)
Primer = Powergel Magnum 3151
Penyala Awal = detonator non elektrik (NONEL)
Mesin Bor adalah jenis Rotary Crawler Rock Drll (CRD)
Diameter = 7 7/8 inch
Kedalaman mencapai = 12 m
Berat jenis batugamping = 2,5
Geometri peledakan berdasarkan teori RL ASH

B = Burden
Kb = Burden ratio
$\mathbf{Kb_{st}}$ = burden ratio standar = 30
SG = berat jenis bahan peledak yang dipakai = 0,9
$\mathbf{SG_{std}}$ = berat jenis bahan peledak standar = 1,2
Ve = VOD handak yang dipakai = 11803 fps
$\mathbf{Ve_{std}}$ = VOD handak standar = 12000 fps
De = diameter lubang ledak = 7,88 inch
D = bobot isi batu gamping asli 2,5 ton/m^3 = 156,07 lb/ft3
$\mathbf{D_{std}}$ = bobot isi batuan standar = 160 lb/ft^3

Peralatan Penambangan

Dasar pertimbangan dalam pemilihan jenis peralatan adalah tingkat produksi batu gamping dan lempung, jarak angkut, dan kapasitas peralatan yang akan digunakan sehingga peralatan tambang tersebut dapat digunakan secara optimum.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan spesifikasi teknis peralatan adalah :

Karakteristik batu gamping dan lempung
Aspek teknis dan ekonomis
Dukungan teknis yang mencakup pelayanan purna jual (*after sales service*) dari perusahaan yang menyediakan peralatan

Beberapa rumusan yang dipakai dalam menghitung jumlah alat berat yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4 : Kebutuhan Bahan Peledak

	Periode I	Periode II
Target Produksi/hari	3897.44 m3	5564.1 m3
Burden	5.23 m	5.23 m
Spacing	7.84 m	7.84 m
Stemming	3.92 m	3.92 m
Subdrilling	1.31 m	1.31 m
Tinggi Jenjang	10 m	10 m
Kedalaman Lubang Ledak	11.31 m	11.31 m
Kolom Isian	7.39 m	7.39 m
Loading Density	28.4 kg/m	28.4 kg/m
Jumlah Lubang	10 lubang	14 lubang
kg ANFO/hari	2098.76 kg	2938.26 kg
PF	0.54 kg/m3	0.53 kg/m3

1. BULLDOZER ..... *(1)*

- **Produksi bulldozer:**

= jumlah trip/jam x kapasitas blade x faktor koreksi = ... LCM/jam

- **Jumlah bulldozer:**

= target produksi/jam = ... unit
(produksi/jam)

2. BACKHOE ..... *(2)*

- **Produksi backhoe**

= jumlah swing/jam x kpsitas mangkuk x faktor koreksi = ... LCM/jam

- **Jumlah backhoe**

= target produksi/jam =..... unit
(produksi backhoe/jam)

3. DUMP TRUCK ..... *(3)*

- **Jumlah dump truck**

= (waktu edar truck + waktu muat backhoe) = ... unit
(waktu muat backhoe)

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Mengacu pada rencana perusahaan untuk penyediaan alat berat yang akan digunakan dalam penambangan batu gamping dan lempung, diketahui bahwa jumlah peralatan yang akan dipakai terlalu banyak sehingga dikhawatirkan akan terjadi kemacetan transportasi maupun kecelakaan di lokasi tambang, (lihat Tabel 5, 6, dan 7). Oleh sebab itu diperlukan alternatif lain dalam pemilihan peralatan baik jenis; type dan kapasitasnya sehingga akan didapatkan jumlah peralatan yang lebih efisien.

Dengan penggunaan alat berat yang paling efisien, diharapkan kondisi lingkungan tambang akan lebih terjaga, diantaranya longsoran tanah penutup atau batuan dapat dikurangi, polusi udara akibat debu dapat diperkecil; kebisingan dan getaran dari alat berat dapat ditekan, sehingga otomatis kecelakaan tambang juga akan lebih sedikit. Tabel berikut menunjukkan peralatan yang telah direncanakan oleh perusahaan.

Melihat hasi perhitungan dari rencana penggunaan alat berat yang akan digunakan, yaitu untuk penambangan lempung diperlukan back hoe sebanyak 3 - 4 unit dan dump truck sebanyak 7 – 10 unit. Sedangkan untuk rencana penambangan batu gamping diperlukan alat berat back hoe sebanyak 6 – 8 unit dan dump truck sebanyak 16 – 22 unit. Dari perencanaan penggunaan alat berat tersebut dirasakan jumlahnya terlalu banyak sehingga dikhawatirkan akan mempengaruhi kondisi lingkungan penambangannya dan kemungkinan akan sering terjadi kecelakaan tambang. Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu kajian alternatif penggunaan alat berat dengan type dan

kapasitas yang lain agar didapatkan jumlah yang lebih efektif dan efisien, (lihat Tabel 8).

Berdasarkan pertimbangan alternatif penggunaan alat berat dengan type lain dan penggunaan rumus perhitungan jumlah peralatan penambangan tersebut di atas, *(bulldozer (1); backhoe (2); dan dumptruck (3))*, maka akan didapatkan hasil sebagai seperti yang terlihat pada Tabel 9 dan 10.

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan kebutuhan alat berat yang lebih sedikit yaitu untuk penambangan lempung diperlukan back hoe sebanyak 1 - 2 unit dan dump truck sebanyak 3 – 6 unit. Sedangkan untuk rencana penambangan batu gamping diperlukan alat berat back hoe sebanyak 2 – 3 unit dan dump truck sebanyak 3 – 9 unit. Dengan penggunaan alat berat yang lebih sedikit, diharapkan kondisi lingkungan akan lebih terjaga sehingga kecelakaan tambang yang mungkin terjadi akan dapat ditekan sekecil mungkin.

Tabel 5 : Rencana Penggunaan Alat Berat yang Digunakan (Rencana Perusahaan, 2007)

NAMA/JENIS ALAT	TIPE	KAPASITAS	MERK	FUNGSI
Bulldozer	D4C Series III(4P)	4,26 m3	Caterpillar	Pembersihan lahan; Penimbunan dan penggusuran tanah penutup
Back hoe	PC 200 LC	0,57 m3	Komatsu	Penggalian dan pemuatan tanah penutup dan lempung
Dump truck	COLT DIESEL 120 PS	26.25 ton	Mitshubisi	Pengangkutan tanah penutup; batu gamping dan lempung

Tabel 6 : Kebutuhan Alat Pada Tahap Penambangan Lempung (Rencana Perusahaan, 2007)

PERIODE (5 Thn)	PENAMBANGAN LEMPUNG					
	Bulldozer		Backhoe		Dumptruck	
	Tnh pntp	Lempung	Tnh pntp	Lempung	Tnh pntp	Lempung
1	2	0	2	3	4	7
2	2	0	2	4	5	10
3	2	0	2	4	5	10
4	2	0	2	4	5	10
5	2	0	2	4	5	10
6	2	0	2	4	5	10

Tabel 7 : Kebutuhan Alat Pada Tahap Penambangan Batu Gamping (Rencana Perusahaan, 2007)

PERIODE (5 Thn)	PENAMBANGAN BATU GAMPING					
	Bulldozer		Backhoe		Dumptruck	
	Tnh pntp	Bt gmpg	Tnh pntp	Bt gmpg	Tnh pntp	Bt gmpg
1	2	0	2	6	5	16
2	2	0	2	8	6	22
3	2	0	2	8	6	22
4	2	0	2	8	6	22
5	2	0	2	8	6	22
6	2	0	2	8	6	22

Tabel 8 : Alternatif Penggunaan Alat Type Lain
(Manual Spesifikasi Alat Berat, 1997)

NAMA/JENIS ALAT	TIPE	KAPASITAS	MERK	FUNGSI
Bulldozer	D8R	4,5 m3	Caterpillar	Pembersihan lahan; Penimbunan dan penggusuran tanah penutup
Back hoe	CAT 375	5.6 m^3	Caterpillar	Penggalian dan pemuatan tanah penutup dan lempung
Dump truck	MPC410E38H	30 ton	Iveco	Pengangkutan tanah penutup; batu gamping dan lempung

Tabel 9 : Kebutuhan Alat Type Lain Pada Penambangan Lempung
(Rumus: 1; 2; 3)

PERIODE (5 Thn)	PENAMBANGAN LEMPUNG					
	Bulldozer		Backhoe		Dumptruck	
	Tnh pntup	Lempung	Tnh pntup	Lempung	Tnh pntup	Lempung
1	1	0	1	1	3	3
2	1	0	1	2	4	6
3	1	0	1	2	4	6
4	1	0	1	2	4	6
5	1	0	1	2	4	6
6	1	0	1	2	4	6

Tabel 10 : Kebutuhan Alat Type Lain Pada Penambangan Batu Gamping
(Rumus: 1; 2; 3)

PERIODE (5 Thn)	PENAMBANGAN BATU GAMPING					
	Bulldozer		Backhoe		Dumptruck	
	Tnh pntup	Bt gmpg	Tnh pntup	Bt gmpg	Tnh pntup	Bt gmpg
1	1	0	1	2	2	3
2	1	0	1	3	3	9
3	1	0	1	3	3	9
4	1	0	1	3	3	9
5	1	0	1	3	3	9
6	1	0	1	3	3	9

KESIMPULAN

Dari uraian dan analisis pemecahan masalah tersebut di atas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Jumlah alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada lempung adalah: bulldozer Caterpillar D4C Series III (4P) = 2 unit, backhoe Komatsu PC 200 LC

= 2 unit dan dump truck Mitshubisi COLT DIESEL 120 PS = 4-5 unit. Sedangkan jumlah alat berat yang diperlukan untuk penambangan lempung adalah: backhoe Komatsu PC 200 LC = 3-4 unit, dumptruck Mitshubisi COLT DIESEL 120 PS = 7-10 unit.

- Untuk alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada batu gamping adalah : bulldozer Caterpillar D4C Series III(4P) = 2 unit, backhoe Komatsu PC 200 LC = 2 unit dan dump truck Mitshubisi COLT DIESEL 120 PS = 5-6 unit. Sedangkan jumlah alat yang diperlukan pada penambangan batu gamping adalah: backhoe Komatsu PC 200 LC = 6-8 unit, dump truck COLT DIESEL 120 PS = 16 – 22 unit.
- Dengan alternatif lain penggunaan alat berat dengan type dan kapasitas yang beda, maka jumlah alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada lempung adalah: bulldozer Caterpillar D8R = 1 unit, backhoe Caterpillar CAT 375 = 1 unit dan dumptruck IVECO MPC410E38H = 3-4 unit. Sedangkan jumlah alat berat yang diperlukan untuk penambangan lempung adalah: backhoe Caterpilar CAT 375 = 1-2 unit, dump truck IVECO MPC410E38H = 3-6 unit.
- Untuk alat berat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup pada batu gamping adalah : bulldozer Caterpillar D8R = 1 unit, backhoe CAT 375 = 1 unit dan dump truck IVECO MPC410E38H = 2-3 unit. Sedangkan jumlah alat yang diperlukan pada penambangan batu gamping adalah: backhoe Caterpilar CAT 375 = 2-3 unit, dan dump truck IVECO MPC410E38H = 3-9 unit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Lingkungan Geologi yang telah memberikan kesempatan untuk terlibat dalam menyelaikan permasalahan karst di Kabupaten Sukabumi, sehingga salah satunya menghasilkan makalah ini.

ACUAN

Annels, A.E (1991), "Mineral Deposit Evaluation", a Practical Approach, Department of Geology, University of Wales, Cardiff, Chapman and Hall, London, New York, Tokyo, Melborne, Madrass.

Hoek, E and Bray, J (1981), "Rock Slope Engineering", The Institute of Mining and Metallurgy, Revised Third Edition, London.

Pfleider, P. E (1972), "Surface Mining", American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineering, Inc, Mudd Series, New York.

Stermole, F. J (1990), "Economic Evaluation and Investment Decision Methods," Seventh Edition, Investment Evaluation Corporation, 2000 Goldenvue Drive, Colorado.

------- (1997), "Caterpillar Performance Handbook," 26th Edition Caterpillar Inc, Peoria, Illionis, USA.

------- (2007), "Analisis Mengenai Dampak Lingkungan" Penambangan batu gamping dan lempung, Tambang Semen Sukabumi, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.