



"Konservasi Sumberdaya
Mineral dan Energi"

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN

YOGYAKARTA, 11 AGUSTUS 2009

PENYUNTING:

Nur Ali Amri
M.Th. Kristiati. EA
Suharsono
Puji Pratiknyo
Herwin Lukito



SEMINAR FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Yogyakarta.
Gedung Arie F.Lasut Lt. I telp.(0274) 487814 email: seminar_ftm_upnyk@yahoo.com

SAMBUTAN PENANGGUNG JAWAB

Pertama, saya bersyukur kahadirat Tuhan Yang Maha Esa karena Seminar Nasional Kebumian yang dilaksanakan oleh Fakultas Teknologi Mineral – yang tahun ini merupakan kali ketiga – dapat berjalan dengan baik.

Kedua, saya yang diminta oleh Panitia untuk menyampaikan sambutan dalam kapasitas sebagai penanggungjawab seminar ini mengucapkan terimakasih dan selamat kepada semua pihak – panelis, pemakalah, peserta, sponsor, serta UPN “Veteran” Yogyakarta, khususnya Fakultas Teknologi Mineral – yang telah berpartisipasi dalam mensukseskan perhelatan ini.

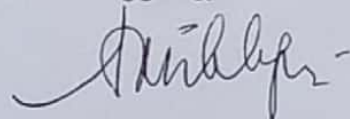
Secara khusus saya juga menyampaikan terimakasih kami kepada Panitia, yang selama tiga tahun terakhir ini melaksanakan tugas kepanitian. Saya juga mengucapkan selamat kepada Dekan Fakultas Teknologi Mineral (FTM) yang baru terpilih menggantikan saya yang telah habis masa jabatan. Mudah-mudahan kegiatan Seminar Nasional Kebumian yang selama ini menjadi agenda rutin Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta ini tetap dapat dilaksanakan untuk waktu-waktu mendatang.

Pemilihan tema “Konservasi Sumberdaya Mineral dan Energi”, pada hemat saya menjadi sangat relevan karena aktifitas berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya yang berkaitan dengan kebumian, khususnya sumberdaya mineral dan energy yang sudah harus mendapatkan perhatian serius. Harapan saya penyelenggaraan seminar ini akan menjadi sebuah momentum dimana sumbangsih pemikiran para panelis, pemakalah dapat dituangkan secara maksimal, yang tentunya juga dapat ditransfer serta direspons dengan baik oleh pemerintah selaku pihak yang memiliki kewenangan regulasi, maupun praktisi, *stakeholder*, dan masyarakat umum, termasuk lembaga swadaya masyarakat yang memiliki kepedulian terhadap pengelolaan kebumian.

Sekali lagi saya mengucapkan selamat, mudah-mudahan tahun depan kita masih dipertemukan dalam kegiatan yang membahas topik kebumian di UPN “Veteran” Yogyakarta ini.

Yogyakarta, 11 Agustus 2009

Penanggungjawab,



Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., M.Sc.

	JUDUL	HAL.
	KATA PENGANTAR	I
	SAMBUTAN PENANGGUNGJAWAB	ii
	SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL	iii
	DAFTAR ISI	iv
MAKALAH UTAMA		
1	Konservasi cadangan mineral, batubara dan energi, mungkinkah ? Dr. Ir. S. Koesnaryo, M.Sc., IPM.	U-1
MAKALAH PERTAMBANGAN		
2	Penentuan lokasi mineralisasi menggunakan interpretasi indera jauh serta pengamatan lapangan daerah Wonogiri dan sekitarnya A. Isjudarto	1
3	Pertambangan berwawasan lingkungan: Studi kasus: Pengelolaan sumberdaya mineral di daerah Jawa Tengah dan DiY Waterman Sulistyana B.	9
4	Keterkaitan model reklamasi (agrogeologi – biocyclofarming) untuk kerusakan lahan bekas tambang dalam rangka konservasi air tanah di lereng selatan Merapi Purwoko Surjatmanto	18
5	Komparasi <i>ground vibration</i> dan <i>air blast</i> berdasar <i>USBM and Dupont's formula</i> untuk mengetahui jarak aman terhadap bangunan di lokasi penambangan Sudarsono, Nur Ali Amri, dan Leonardus DES.	25 ✓
6	Relevansi dan problematika pemetaan teristris dalam menunjang kegiatan bidang energi dan sumberdaya mineral Anton Sudyanto	34
7	Analisis hasil model numerik pada <i>sill pilar</i> pada rencana pembuatan <i>headframe vertical shaft</i> di UBPE Pongkor Barlian Dwinagara	44
8	Perencanaan penentuan lokasi bor berdasarkan parameter kualitas batubara Eddy winarno	53

9	Tingkat pencemaran merkuri akibat kegiatan tambang emas di daerah Sangon Kabupaten Kulon Progo Amara Nugrahini	60
10	Konservasi integratif pertambangan Indonesia Nur Ali Amri	70
11	Rancangan stabilitas lereng pada kawasan longsor di Kabupaten Karanganyar R. Andy Erwin Wijaya	77
12	Parameter manajemen produktifitas peralatan tambang Yanto Indonesianto	87
13	Upaya mengatasi limbah amalgamasi bijih emas di Kulonprogo M Winanto Ajie, dan Bangkit Septiaji	99
14	Analisis kestabilan lereng tambang pada formasi Balikpapan di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur Sukartono dan Hartono. W.M.	114
15	Problematika industri batu bata dengan pelestarian tanah dan tuntutan ekonomi di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta Any Latifah	121
16	Penyusunan model hujan-aliran mata air untuk penentuan zona konservasi mata air Dwi Agus Kuncoro	131

MAKALAH GEOLOGI

17	Datum pemunculan awal dan zonasi foraminifera planktonik Formasi Oyo, Gunung Tugu Bayat, Klaten, Jawa Tengah Mahap Maha dan Achmad Subandrio	138
18	Kajian cebakan emas di Bontobulaeng Kecamatan Bulukumpa Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan Suharwanto dan Andi Sungkowo	148
19	Tipe deposit sulfida masif di daerah Riamkusik, Kabupaten Marau, Kalimantan Barat Heru Sigit Purwanto	156
20	Diagenetic sequence from outcropped prupuh formation, Lamongan area Northeast Java Basin Premonowati	171

KOMPARASI *GROUND VIBRATION* DAN *AIR BLAST* BERDASAR *USBM* AND *DUPONT'S FORMULA* UNTUK MENGETAHUI JARAK AMAN TERHADAP BANGUNAN DI LOKASI PENAMBANGAN

Oleh:
Sudarsono¹⁾; Nur Ali Amri¹⁾ dan Leonardus DES²⁾
¹⁾ UPN "Veteran" Yogyakarta; ²⁾ PT. Freeport Indonesia

Abstrak

Peledakan terhadap batuan dalam aktifitas penambangan akan menimbulkan getaran tanah dan suara ledakan yang melebihi ambang batas. Dampaknya adalah kerusakan bangunan di sekitar lokasi dan gangguan kebisingan bagi masyarakat sekitar. Analisis dalam hal ini dilakukan untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan agar tidak terjadi kerusakan bangunan di sekitar lokasi.

Kata kunci: Getaran-tanah, kebisingan.

Abstract

The blasting rock on mining activity will get a rise out of ground vibration and air blasting if it executed on uncontrolled operation. The impacts of these are building damaged and noises on neighbourhood citizens. The observational research analyses to minimize the damaged impact of the neighbour corporation or citizen's building in mining area.

Key word: *Ground vibration, air blast.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penambangan dalam hal ini adalah aktifitas yang di dalamnya meliputi pembongkaran batuan dengan peledakan yang *impactnya* adalah getaran tanah (*ground vibration*) dan kebisingan (*air blast*). *Ground vibration* yang sangat kuat jika tidak dikendalikan atau ditangani dengan baik saat berlangsungnya operasi akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada bangunan, baik bangunan milik perusahaan maupun bangunan rumah penduduk, serta benda-benda lainnya yang berada relatif dekat dengan lokasi peledakan/ penambangan. Sedangkan *air blast* jika diteruskan akan mengganggu mahluk sekitar, terutama manusia yang tinggal di sekitar lokasi penambangan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui besarnya nilai *ground vibration* dan *air blast* yang berlebihan atau melampaui ambang batas, sehingga pada pelaksanaan berikutnya akan ditekan besarnya, untuk menghindari kerusakan dan gangguan yang lebih parah pada bangunan-bangunan maupun benda-benda di sekitar lokasi peledakan/penambangan.

1.3 Perumusan Masalah

Dalam menganalisis *ground vibration* dan *air blast* dari peledakan ini, perlu menentukan standar atau formula untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta mengurangi dan menentukan jarak aman bangunan dari lokasi dilakukannya peledakan.

Formula yang digunakan untuk mengetahui kecepatan (getaran) partikrl (*USBM*) adalah,

$$V = 714,4 \left(\frac{d}{\sqrt{w}} \right)^{-1,6}$$

Sedangkan formula Dupont untuk kecepatan partikel (V dalam inch/sec) disajikan sebagai,

$$V = 1143 \left(\frac{d}{\sqrt{w}} \right)^{-1,6}$$

Dimana,

V=kecepatan partikel (millimeter/detik)

d=jarak dari titik peledakan ke sensor (meter)

w=muatan maksimum bahan peledak per delay (kilogram)

Sedangkan untuk *air blast* digunakan formula sebagai berikut,

$$dB = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Dimana,

dB=Level suara

P=Over pressure (bar)

P₀=Overpressure pada suara paling lemah dapat terdengar (2x10⁻¹⁰ bar)

Dan overpressure (P) dihitung dengan persamaan,

$$P = 0,7 \left(\frac{\sqrt[3]{w}}{d} \right)$$

Dimana,

w=berat bahan peledak per delay (kg)

d=jarak aman dari pusat peledakan ke bangunan (m)

1.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode penggabungan antara teori dengan data-data di lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan yang *solvable*. Dari sisi teoritis digunakan dua formula, yaitu USBM dan Dupont, yang nantinya akan dikomparasi dan diambil simpulan. Beberapa tahapan metode yang dilaksanakan meliputi: Studi literatur, komparasi terhadap laporan terdahulu, orientasi lapangan, dan pengambilan data dengan menghitung dan mengamati kegiatan peledakan.

Data-data yang dibutuhkan meliputi: Geometri dan pola peledakan, pemakaian bahan peledak, serta pemakaian *delay detonator*. Dari data-data tersebut kemudian dilakukan akuisisi data dengan mengelompokan, mengolah, dan menganalisis hasil pengolahan data, serta mengambil kesimpulan.

II. KAJIAN PELAKSANAAN

2.1 Pembongkaran

Pembongkaran dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan (*drilling and blasting*). Pemboran dilakukan dengan menggunakan mesin bor untuk menghasilkan lubang pada kedalaman dan ukuran tertentu yang selanjutnya digunakan sebagai tempat mengisi bahan

peledak. Pola peledakan yang digunakan adalah pola peledakan *V-cut*, dengan peralatan *Blasting Machine Nippon Kayaku T 200*, *Blasting Ohmmeter Nippon Kayaku S 500*, dan *leading wire*.

2.2 Pemboran

Sebelum peledakan, dilakukan pemboran menggunakan *hydraulic rock drill Atlas Copco ROC 742 HC* dan *pneumatic rock drill Ingersoll-Rand Type CM-351/VL-140* beserta kompresor *Ingersoll-Rand Type XP-750*. Mata bor yang digunakan dalam pembuatan lubang bor adalah 3 inci, 3,5 inci, dan 4 inci. Mata bor diameter 3,5 - 4 inci menggunakan alat bor *hydraulic rock drill Atlas Copco ROC 742 HC*. Kedalaman lubang bor untuk di B-1 11,5 - 12 meter, sedangkan untuk di B-2, B-3, B-4, dan B-5 adalah 16,5-17 meter (Tabel 1). Pola pemboran yang digunakan adalah pola pemboran selang-seling (*staggered pattern*), dengan kemiringan 80° .

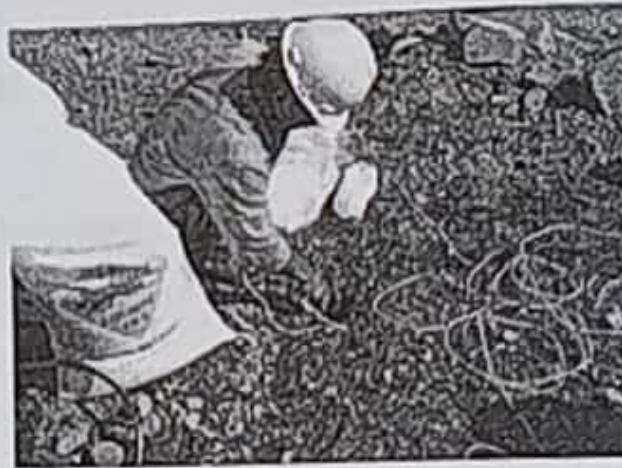
Tabel 1. Geometri Pemboran

Diameter (inch)	Burden (m)	Spasi (m)	Kedalaman (m)	Subdrilling (m)	Kemiringan	Tinggi Jenjang (m)
3.5	3.7	4.6	16,5 - 17	1,5	80°	15
4	4.2	5.3	16,5 - 17	1,5	80°	15

2.3 Peledakan

Kegiatan peledakan menggunakan *non electric detonator*, sehingga lebih aman dibandingkan dengan detonator lainnya yang memiliki delay terbatas, karena setiap lubang memiliki delay sendiri-sendiri. *Non electric detonator* yang digunakan adalah *Inhole delay 500 ms*, *Trunkline delay 25 ms* dan *67 ms*. *Blasting agent*-nya adalah DANFO yang berbentuk butiran kecil dan berwarna merah jambu buatan PT. Dahana.

Primer untuk peledakan ini adalah *Powergel Magnum 3151* dengan diameter 50 mm, produksi PT. Dahana. Pemicunya menggunakan detonator listrik yang disambungkan ke *leading wire* dan dihubungkan ke *blasting machine Nippon Kayaku T 200*. Untuk mengecek hambatan dari *leading wire* ke detonator listrik agar dapat diketahui. Jika terdapat *leading wire* yang terputus digunakan *Blasting Ohmmeter Nippon Kayaku S 500*. Geometri peledakan yang digunakan dapat dilihat di tabel 2.



Gambar 1 Kegiatan Persiapan Peledakan

Pola peledakan yang digunakan adalah pola *Staggered V-cut*, untuk memperoleh fragmenisasi yang halus, hasil runtuhannya berkumpul di tengah dan memudahkan pemuatan. Penggunaan *non electric detonator*, pada baris pertama digunakan *Trunkline delay 25 ms* secara horizontal dengan inisiasi awal di tengah dikombinasikan menggunakan *Trunkline delay 67 ms*. Untuk baris kedua secara diagonal dihubungkan dengan row satu digunakan *Trunkline delay 67 ms*.

Tabel 2. Geometri Peledakan

Diameter (inch)	Burden (meter)	Spasi (meter)	Stemming (meter)	Kedalaman (meter)	Subdrilling (meter)	Loading density (kg/m)
3.5	3.7	4.8	3	16,5 - 17	1.5	5.00
4	4.2	5.3	3	16,5 - 17	1.5	6.50

2.4 Pengukuran *Ground Vibration* dan *Air Blast*

Pengukuran pertama dilaksanakan di dua lokasi Bench-2 dan Bench-3B, dimana BlastMate III terletak di lokasi X-1 berjarak 620 meter dan X-2 berjarak 620 meter dari lokasi peledakan. Pengukuran kedua juga dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Bench-3A dan Bench-4, dimana BlastMate III diletakkan di X-3 berjarak 700 meter dan X-4 yang berjarak 700 meter dari lokasi peledakan. Kegiatan pengukuran ketiga dilaksanakan di tiga lokasi, yaitu di Bench-4 dengan BlastMate III diletakkan di X-5 berjarak 760 meter, di Bench-4 dengan BlastMate III diletakkan di X-6 berjarak 760 meter, dan di Bench-5 dengan BlastMate III diletakkan di X-7 yang berjarak 780 meter. Sistem inisiasi menggunakan *non electric detonator*.

Dari hasil pengukuran didapatkan pengaruh peledakan masih di bawah ambang batas kerusakan bangunan (Kep. Men. LH dan USBM) masuk dalam kategori aman/tidak menimbulkan kerusakan untuk seluruh kelas bangunan. Data nilai vibrasi yang dianalisis adalah data tertinggi. Tetapi pada pengukuran pertama di lokasi B-3B intensitas vibrasi tertinggi sebesar 2,29 mm/s² dengan charge per delay sebesar 147 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan. Menurut

Kep. Men. LH masuk dalam kategori aman/tidak menimbulkan kerusakan minimal untuk bangunan kelas 2.

Pengukuran kedua di lokasi B-5 intensitas air blast sebesar 128,10 dB dengan *charge per delay* 192,00 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan. Menurut USBM masuk dalam kriteria di atas ambang batas ketidaknyamanan manusia, akan tetapi masih cukup aman/tidak menimbulkan kaca bangunan bergetar/berderak. Adapun pengukuran berikutnya di lokasi B-2 intensitas air blast sebesar 133,5 dB, dengan *charge per delay* 179,04 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan. Menurut USBM masuk dalam kriteria di atas ambang batas ketidaknyamanan manusia dan dapat menimbulkan kaca bangunan bergetar.

III. PEMBAHASAN

3.1 Getaran Tanah

Analisis terhadap *ground vibration* menggunakan beberapa formula sebagai pembanding dengan data hasil pengukuran. Data pengukuran yang dipakai adalah nilai getaran tertinggi, dengan merujuk pada formula dari *U.S. Bureau of Mines (USBM)* dan Dupont. Dari formula-formula tersebut diperoleh hasil yang mendekati kondisi lapangan yang dipakai untuk menganalisis *ground vibration* dan *air blast*.

Tabel 3 Perbandingan *Ground Vibration* Hasil Pengukuran dengan Formula USBM dan Dupont

No	Lokasi Peledakan	Pengukuran	USBM	Dupont
1	B-4	1.02	1.30	2.07
2	B-4	0.889	0.74	1.18
3	B-5	1.27	1.34	2.15
4	B-2	1.4	1.25	2.00
5	B-3B	2.29	1.19	1.91
6	B-3A	1.4	1.01	1.61
7	B-4	1.52	1.36	2.17

Secara umum dengan Dupont (tabel 3) hasil yang diperoleh di atas dari data pengukuran, sedangkan dengan USBM hasil yang diperoleh dibawah dari data pengukuran. Tetapi pada lokasi nomer 5 di B-3B terdapat anomali, dimana hasil yang diperoleh melebihi ambang batas dan lebih tinggi dari perhitungan, baik USBM maupun Dupont. Ini dikarenakan jarak lokasi peledakan ke alat sensor terlalu dekat, (660 meter) dan lemparan batuan mengarah ke sensor. Oleh karena itu peledakan dilakukan dengan jarak minimal 700 meter dari lokasi peledakan ke kampung terdekat, agar tidak timbul *ground vibration* yang melebihi ambang batas.

3.2 Suara Ledakan

Berdasarkan formula USBM dan membandingkannya dengan hasil pengukuran suara ledakan (*air blast*) di lapangan diperoleh hasil sebagaimana di tabel 4. Perbandingan ini hampir mendekati hasil pengukuran sehingga formula tersebut yang digunakan untuk menganalisis *air blast* pada pelaksanaan peledakan.

Tabel 4. Perbandingan *Air Blast* Hasil Pengukuran dengan Formula USBM

No	Lokasi Peledakan	Pengukuran Lapangan	Perhitungan USBM (dB)
1	B-4	122.9	125.8
2	B-4	120.8	123.7
3	B-5	120.8	126.0
4	B-2	133.5	125.6
5	B-3B	125.6	125.7
6	B-3A	119.8	124.9
7	B-4	119.2	126.0

Pada lokasi nomor 4 di B-2 pengukuran *air blast* cukup tinggi yaitu 133,5 dB. Kejadian ini sangat mungkin dipengaruhi oleh adanya arah angin yang menuju ke lokasi sensor (*Dyno Nobel*).

3.3 Faktor Yang Mempengaruhi

Dua faktor utama yang mempengaruhi *ground vibration* akibat ledakan adalah *charge per delay* dan jarak.

3.3.1 *Charge per Delay*

Charge per delay adalah jumlah isian bahan peledak yang meledak dalam waktu tunda yang sama. Diameter lubang ledak yang dibuat adalah 3,5 dan 4 inchi sehingga untuk menghasilkan ledakan secara bersamaan *charge per delay* perlu dibuat jumlah muatan berbeda per lubangnya (tabel 6).

Tabel 6. Jumlah Muatan per Lubang dan *Charge per Delay*

Diameter (inchi)	Kedalaman (meter)	Jumlah Muatan /Lubang (Kg)	Charge per delay Satu lubang (kg)	Charge per delay Dua lubang (kg)
3.5	12	45,8	45,8	91,6
3.5	16.5	68,2	68,2	136,4
4	12	59,5	59,5	119,0
4	16.5	88,8	88,8	177,6

Dari *charge per delay* baik satu maupun dua lubang meledak secara serentak tersebut digunakan untuk menganalisis nilai *ground vibration* dan *air blast* yang dikorelasikan dengan jarak. Semakin besar jumlah *charge per delay* maka semakin besar *ground vibration* dan *air blast*.

3.4 Perhitungan Teoritis

Berdasarkan *charge per delay* dan jarak terdekat maka dapat dilakukan analisis dengan formula Dupont. Dari tabel perhitungan teoritis menggunakan formula Dupont, diketahui bahwa peledakan yang dilakukan di lokasi B-2 dan B-3 dengan jarak dari lokasi peledakan ke kampung terdekat 700 meter, *charge per delay* 177,56 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan, kurang aman dilakukan apabila peledakan menggunakan diameter 4 inchi. Nilai yang didapat adalah 2,02 mm/dtk, lebih besar dari nilai ambang batas yaitu 2 mm/dtk.

Tabel 7. PV dan Air Blast dengan Charge/Delay Satu Lubang

Lokasi Peldk	Lokasi Terdekat	Jarak (m)	Diamtr (inch)	Kedlm (m)	Muatan /lubang (kg)	Charge/ delay maks. (kg)	PV (mm/dtk)	Airblast (dB)
B-1	X-1	620	3.5	12	45.8	45.81	0.83	122.9
	X-2	620	4	12	59.5	59.52	1.02	123.6
B-2	X-3	700	3.5	16.5	68.2	68.21	0.94	123.0
	X-4	700	4	16.5	88.8	88.78	1.16	123.7
B-3	X-5	700	3.5	16.5	68.2	68.21	0.94	123.0
	X-6	700	4	16.5	88.8	88.78	1.16	123.7
B-4	X-7	760	3.5	16.5	68.2	68.21	0.82	122.3
	X-8	760	4	16.5	88.8	88.78	1.02	123.0
B-5	X-9	780	3.5	16.5	68.2	68.21	0.79	122.0
	X-10	780	4	16.5	88.8	88.78	0.98	122.8

Tabel 8. PV dan Air Blast dengan Charge/Delay Dua Lubang Berdelay Sama

Lokasi Peldk	Lokasi Terdekat	Jarak (m)	Diamtr (inch)	Kedlm (m)	Jml Muatan /lubang (kg)	Charge/ delay maks. (kg)	PV (mm/dtk)	Airblast (dB)
B-1	X-1	620	3.5	12	45.8	91.61	1.44	122.9
	X-2	620	4	12	59.5	119.04	1.78	125.6
B-2	X-3	700	3.5	16.5	68.2	136.42	1.64	125.0
	X-4	700	4	16.5	88.8	177.56	2.02	125.7
B-3	X-5	700	3.5	16.5	68.2	136.42	1.64	125.0
	X-6	700	4	16.5	88.8	177.56	2.02	125.7
B-4	X-7	760	3.5	16.5	68.2	136.42	1.43	124.3
	X-8	760	4	16.5	88.8	177.56	1.77	125.0
B-5	X-9	780	3.5	16.5	68.2	136.42	1.38	124.0
	X-10	780	4	16.5	88.8	177.56	1.70	124.8

3.5 Cara Mengurangi *Ground Vibration* dan *Air Blast*

3.5.1 Pola peledakan

Pola peledakan yang digunakan adalah *staggered V-cut* agar didapat fragmentasi lebih halus, mengumpul di tengah, dan mudah dalam pemuatan. Terlihat beberapa lubang memiliki *delay time* yang sama, hal ini mengakibatkan nilai pada *charge per delay* menjadi besar. Apabila dengan mengubah pola pada awal penyelesaian atau *connector TLD*, maka hanya ada satu *delay time* yang bernilai sama. Untuk mengurangi *charge per delay*, bisa dilakukan dengan cara mengubah pola *V-cut* menjadi *corner cut* terutama di lokasi B-2 dan B-3.

Pola *corner cut* memungkinkan tidak ada lubang yang memiliki nilai *delay time* yang sama, meski dengan pemasangan *nonel detonator* yang lepat, sehingga *charge per delay* menjadi lebih kecil. Lokasi peledakan di B-2 dan B-3 (diameter lubang ledak 4 inchi), jarak terdekat 700 meter, *charge per delay* 177,56 kg, yaitu dua lubang meledak secara bersamaan, nilai *ground vibration* 2,02 mm/dtk. Apabila menggunakan *corner cut* maka *charge per delay* menjadi 88,78 mm/dtk karena satu lubang meledak secara sendiri-sendiri dan didapat nilai *ground vibration* 1,16 mm/dtk.

3.5.2 Diameter Lubang Ledak

Dengan menggunakan diameter lubang ledak 3,5 inchi nilai *ground vibration* masih di bawah ambang batas. Pada lokasi B-2 dan B-3, dengan diameter lubang ledak 4 inchi, jarak terdekat 700 meter, *charge per delay* 177,56 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan, nilai *ground vibration* 2,02 mm/dtk.

Apabila diameter lubang ledak menggunakan 3,5 inchi maka *charge per delay* menjadi 136,42 kg yaitu dua lubang meledak secara bersamaan dan nilai *ground vibration* 1,54 mm/dtk. Geometri peledakan sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan, pengambilan data dan analisa, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin dekat jarak lokasi peledakan dengan kampung terdekat, *ground vibration* dan *air blast* yang dirasakan semakin besar. Pada jarak 660 meter nilai *ground vibration* berdasarkan pengukuran lebih tinggi dibanding perhitungan, baik menggunakan Dupont maupun USBM.
2. Pada peledakan di B-2 dan B-3, *ground vibration* masih di atas ambang batas yaitu sebesar 2,02 mm/dtk, dengan jarak 700 meter dari lokasi peledakan ke kampung terdekat.

4.2 Saran

1. Agar tidak terjadi *ground vibration* dan *air blast* yang terlalu besar, maka jarak aman minimal adalah 700 meter dari lokasi peledakan ke kampung terdekat.
2. Di lokasi peledakan B-2 dan B-3, untuk mengurangi *ground vibration* dapat dilakukan dengan cara menggunakan pola *corner cut* atau alternatif lain yaitu menggunakan mata bor berdiameter 3,5 inchi dengan geometri peledakan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Calvin J. Kenya, 1995, *Blast Design*, Intercontinental Development, Montville, Ohio.
- Carlos L. Jimeno, 1995, *Drilling and Blasting of Rock*, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Gary B. Hempill, 1987, *Blasting Operation*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- S. Koesnaryo, 2001, *Rancangan Peledakan Batuan*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
- , 2005, *Laboran Pengukuran Ground Vibration dan Air Blast Peledakan di PT. Trumix Beton Rumpin-Bogor Mei 2005*, Divisi Kuari dan Konstruksi, PT. Dahana.
- , 2006, *Laboran Pengukuran Ground Vibration dan Air Blast Peledakan di PT. Holcim Beton Rumpin-Bogor Mei 2006*, Divisi Kuari dan Konstruksi, PT. Dahana.
- , *Efficient Blasting Technique*, Dyno Nobel – Blast Dynamic, Inc.