



Evaluasi Isian Bahan Peledak Berdasarkan *groundvibration* Hasil Peledakan *Overburden* pada PT Bina Sarana Sukses Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Hulu Sungai Selatan Provinsi Kalimantan Selatan

Rusmawarni¹⁾, Nurhakim¹⁾, Riswan¹⁾, Ferdinandus²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

²⁾Supervisor Departement Drill and Blast, PT Bina Sarana Sukses

Email : chiwanov@yahoo.co.id

ABSTRAK-PT Bina Sarana Sukses merupakan perusahaan kontraktor tambang batubara yang bekerja melayani operasi produksi untuk PT Antang Gunung Meratus di Pit Warute. Salah satu kegiatan penambangan adalah pengupasan lapisan penutup dengan cara pemboran dan peledakan. Indikator keberhasilan selain tercapainya target produksi peledakan, antara lain fragmentasi dan *ground vibration*. Dimana ukuran fragmen yang dihasilkan berpengaruh untuk proses penggalian *overburden* yang terledakkan yang mempengaruhi kinerja alat gali muat dengan tidak mengesampingkan getaran peledakan yang ditimbulkan. Geometri peledakan yang digunakan yaitu burden 8 m x spasi 9 m dengan kedalaman lubang bervariasi antara 5 m sampai 8 m. jarak pengukuran *ground vibration* 400 m sampai 600 m dari lokasi peledakan. Semakin besar jumlah isian bahan peledak yang digunakan semakin besar pula *ground vibration* yang dihasilkan, maka jumlah isian bahan peledak harus dikurangi untuk mengurangi *ground vibration* yang dihasilkan. Alat yang digunakan untuk pengukuran *ground vibration* adalah *Minimate* dari InstanTel. Metode analisa hasil peledakan menggunakan analisa perbandingan dan regresi. Dari hasil analisa, didapatkan simulasi jumlah isian bahan peledak dengan nilai PPV yang disimulasikan sebesar 2 mm/s. Dengan menggunakan rumus *scaled distance* maka direkomendasikan jumlah isian bahan peledak pada jarak 400 sebesar 57,45 kg/lubang, jarak 450 m sebesar 72,71 kg/lubang, jarak 500 sebesar 89,76 kg/lubang dan jarak 600 m sebesar 129,26 kg/lubang. Sedangkan dengan menggunakan rumus *propagation law* maka dapat direkomendasikan jumlah isian bahan peledak pada jarak 400 m yaitu sebanyak 103,04 kg/delay, pada jarak 450 m yaitu sebanyak 130,41 kg/delay, pada jarak 500 m yaitu sebanyak 161 kg/delay dan pada jarak 600 m yaitu sebanyak 231,84 kg/delay.

Kata Kunci: *Ground Vibration, Minimate, Peledakan, PPV, Propagation Law, Scaled Distance*

I. PENDAHULUAN

PT Bina Sarana Sukses merupakan perusahaan kontraktor tambang batubara yang bekerja melayani produksi untuk PT Antang Gunung Meratus di Pit Warute. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT Bina Sarana Sukses adalah sistem tambang terbuka (*Surface Mining*) yang kegiatan penambangannya meliputi pembukaan lokasi tambang dan pembersihan lahan, pengupasan lapisan penutup, penggalian dan pengangkutan

batubara. Salah satu kegiatan penambangan yang dilakukan adalah pengupasan lapisan penutup dengan cara pemboran dan peledakan.

Dalam proses peledakan ada beberapa macam indikator keberhasilan selain tercapainya target produksi peledakan, antara lain fragmentasi dan *ground vibration*. Dimana ukuran fragmen yang dihasilkan berpengaruh untuk proses penggalian *overburden* yang terledakkan yang mempengaruhi kinerja alat gali muat dengan

tidak mengesampingkan getaran peledakan yang ditimbulkan.

Untuk pemahaman getaran tanah perlu pengetahuan tentang bagaimana reaksi ke tanah terhadap bahan peledak ketika dimasukkan dalam sebuah lubang ledakan. Ketika ada ledakan, bahan peledak pada lubang yang memiliki ruang tertutup menyebabkan terbentuknya gas panas dan tekanan kuat. Energi yang melewati batuan utuh menghancurkan batuan tersebut sekitar dua kali diameter pada diameter lubang. Ini sangat tergantung pada jenis batu seperti dalam beberapa kasus rongga terbentuk di sekitar hasil lubang lebih dari empat kali volume.

Karena energi dari ledakan tidak cukup untuk menghancurkan lebih dari empat kali diameter lubang, di luar lubang yang retak pada titik radial membentuk dan memperluas rongga. Energi ini terus bekerja pada batu dengan memperluas retakan ini. Panjang retakan ini biasanya ditentukan oleh sifat batuan, sifat bahan peledak dan desain ledakan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Geometri peledakan yang digunakan yaitu burden 8 m x spasi 9 m dengan kedalaman lubang bervariasi antara 5 m sampai 8 m. jarak pengukuran *ground vibration* 400 m sampai 600 m dari lokasi peledakan. Alat yang digunakan untuk pengukuran *ground vibration* adalah *Minimate* dari Instantel. Metode analisa hasil peledakan menggunakan analisa perbandingan dan regresi.

2.1. Peak Particle Velocity

Gerakan partikel tanah (getaran) terjadi dalam tiga dimensi yang vertikal, radial dan melintang. Ketika ada getaran setiap partikel memiliki kecepatan dan kecepatan maksimum disebut sebagai *peak particle velocity* (PPV). Praktek oleh sebagian besar adalah dengan menggunakan pembacaan PPV sebagai standar untuk mengukur intensitas getaran tanah. Dalam pelaporan,

pengukuran maksimum salah satu dari tiga komponen yang digunakan bukan vektor resultan dari ketiga komponen gabungan. Dalam banyak kasus PPV yang terkait erat dengan potensi untuk merusak struktur daripada percepatan atau perpindahan batu.

2.2. Scaled Distance

Inti dari *The Propagation Law* pengembangan oleh U.S. Bureau of Mines yang disebut *scaled distance* (D_s) adalah

$$Scale\ Distance(D_s) = \frac{d}{W^{0.5}} \quad (1)$$

Dengan d adalah jarak pengukuran dalam meter, w adalah jumlah bahan peledak dalam kg yang menyediakan cara praktis dan efektif untuk mengontrol getaran. *Scaled Distance*, ditulis D_s , sebagai jarak normal, lebih aman ketika nilai besar, lebih berbahaya ketika kecil. Nilai besar ($D_s > 50$) menunjukkan kondisi getaran yang aman - yaitu, kemungkinan kecil kerusakan - sementara nilai kecil ($D_s < 25$) menunjukkan bahaya yang lebih besar dengan kemungkinan yang lebih tinggi dari kerusakan. Nilai $D_s = 50$ awalnya diusulkan oleh USBM, begitu aman yang pengukuran seismograf. Itu adalah batas konservatif, namun banyak lembaga regulator menggunakan D_s dari 60 atau lebih besar agar keselamatan meningkat.

Dengan *scaled distance* dapat diprediksikan besarnya *peak particle velocity*, bentuk umum dari rumus ini adalah:

$$V = k(D/Q^{(1/x)})^{-e} \quad (2)$$

dengan V adalah *peak particle velocity* dalam mm/s, k adalah konstanta terkait dengan kondisi lokasi, D adalah jarak dari titik ledak dalam meter, Q adalah isian bahan peledak dalam kg dan e adalah eksponen terkait kondisi lokasi. Nilai eksponen e untuk massa batuan yang berbeda seperti yang diberikan pada Tabel 1. (Gokhale and Bhalchandra, 2011).

Untuk $x = 2$ *scaled distance* sama (D/\sqrt{W}) dan disebut *square rootscaled distance*. Nilai ini diakui melalui penyelidikan yang dilakukan dibawah USBM. Nilai ini juga diadopsi oleh standar Amerika Serikat dan Australia. Untuk

$x = 3$ scaled distance sama ($D / \sqrt[3]{W}$) dan disebut *cube rootscaled distance*. Nilai ini diakui melalui penelitian yang dilakukan oleh Ambraseys, Hendron dan Oriand. Untuk estimasi tingkat getaran nilai k diambil sebagai 1140 dan nilai e diambil sebagai $= 1,6$. Dengan nilai-nilai ini partikel puncak dapat dengan mudah ditemukan, karena massa isian sesaat yang berbeda dan jarak yang berbeda.

Tabel 1. Nilai eksponen e untuk massa batuan yang berbeda

Rock mass type	Value of exponent e
Rhyolite	2,2 – 2,5
Granite	2,1 – 2,4
Limestone	2,1
Ordovician Sediments	2,8
Overburden In Coal Mines	1,5 – 1,8
Massive Basalt	1,9 – 3,0

Kondisi *site* konstan akan berbeda tergantung pada kondisi. Nilai-nilai konstan ini adalah untuk yang sangat terstruktur atau batu keras $k = 500$; untuk kondisi rata-rata $k = 1140$; dan untuk sulit hanya terbatas peledakan dekat lapangan $k = 5000$.

U.S Bureau of Mines Bulletin 656 mengembangkan model matematika yang disebut *Propagation Law* dimana terkait *peak particle velocity*, berat isian dan jarak. Rumusnya adalah:

$$w = d^2 (V / 100)^{1,25} \quad (3)$$

dengan V adalah prediksi kecepatan partikel dalam *in/sec*, w adalah isian bahan peledak maksimum *lb per delay*, d adalah jarak dari tembakan ke pengukuran sensor dalam *ft*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Analisa Jumlah Isian Bahan Peledak Berdasarkan *Ground Vibration*

Berdasarkan data hasil penelitian, maka dapat dianalisa jumlah isian bahan peledak berdasarkan *ground vibration* yang dihasilkan pada kegiatan peledakan pada jarak 400 m, 450 m, 500 m, dan 600 m. Pada penelitian di jarak 400 m didapatkan data dengan jumlah isian bahan peledak 110 kg/lubang dan 94 kg/lubang dengan nilai

ground vibration masing-masing sebesar 4,556 mm/s dan 2,53 mm/s. Pada Gambar1(a) dapat dilihat dari hasil analisa perbandingan maka didapatkan simulasi jumlah bahan peledak menggunakan data yang diperoleh di lapangan dengan jumlah isian bahan peledak 110 kg/lubang dengan *ground vibration* sebesar 4,556 mm/s, dimana hasil analisisnya semakin besar jumlah isian bahan peledak maka semakin besar pula *ground vibration* yang dihasilkan. Dari simulasi dengan analisa perbandingan jika nilai *ground vibration* yang dihasilkan yaitu 2 mm/s pada jarak 400 m maka jumlah isian bahan peledaknya 48 kg/lubang.

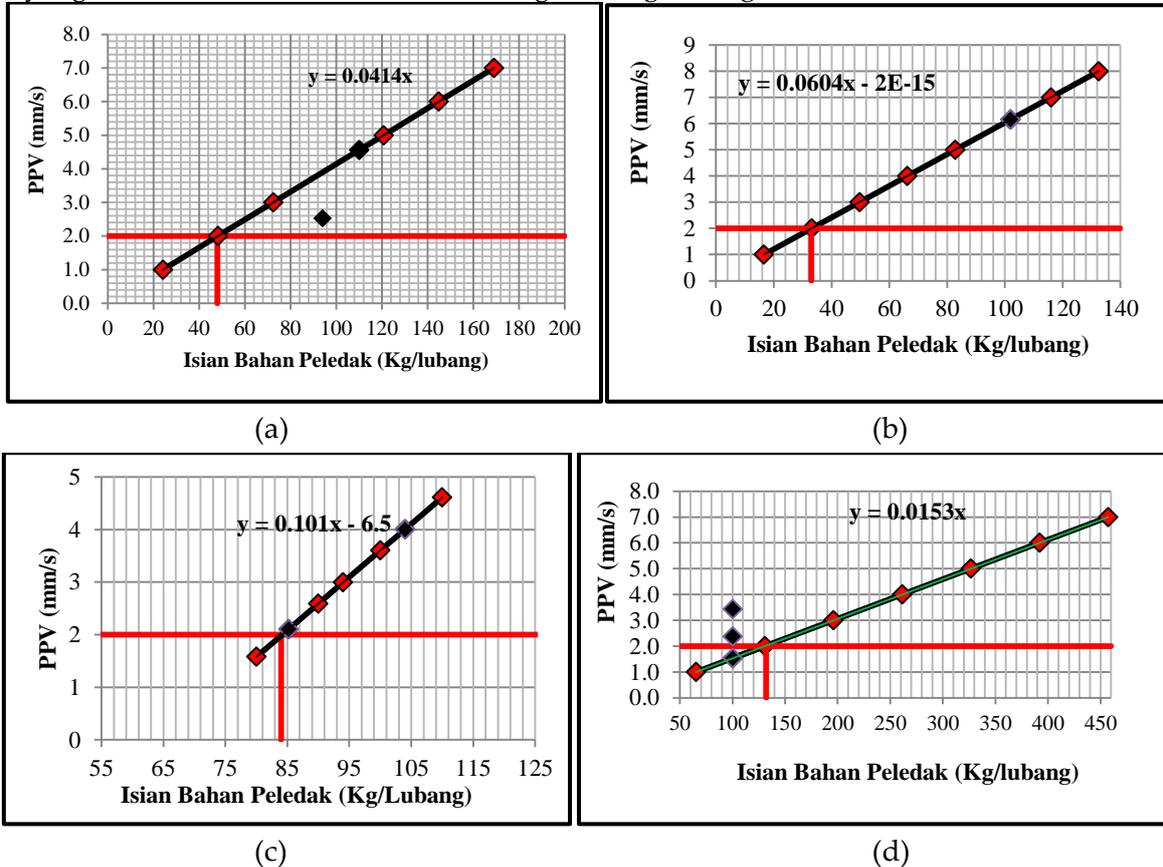
Pada Gambar1(a) terlihat anomali yang terjadi pada jumlah isian 94 kg/lubang dengan *ground vibration* yang dihasilkan 2,53 mm/s karena pembacaan sensor yang kurang baik. Pembacaan sensor yang kurang baik disebabkan paku ulir yang tidak menancap dengan baik di tanah sehingga status sensor dalam keadaan *check* yang seharusnya *passed*.

Dari penelitian pada jarak 450 m jumlah isian bahan peledak yang digunakan 102 kg/lubang *ground vibration* yang didapatkan sebesar 6,156 mm/s. Pada Gambar 1(b) dapat dilihat dari hasil analisa perbandingan b simulasi jumlah bahan peledak menggunakan data yang diperoleh di lapangan dengan jumlah isian bahan peledak 102 kg/lubang dengan *ground vibration* sebesar 6,156 mm/s, dimana hasil analisisnya semakin besar jumlah isian bahan peledak maka semakin besar pula *ground vibration* yang dihasilkan. Dari simulasi dengan analisa perbandingan jika nilai *ground vibration* yang dihasilkan yaitu 2 mm/s pada jarak 450 m maka jumlah isian bahan peledaknya 33 kg/lubang.

Dari penelitian pada jarak 500 m jumlah isian bahan peledak yang digunakan 85,2 kg/lubang *ground vibration* yang didapatkan sebesar 2,16 mm/s, 42 kg/lubang dengan *ground vibration* 3,492 mm/s dan 104 kg/lubang *ground vibration* yang didapatkan rata-rata sebesar 4,071 mm/s. Pada Gambar 1(c) dapat dilihat bahwa dari hasil analisa regresi maka didapatkan simulasi jumlah bahan peledak,

dimana semakin besar jumlah isian bahan peledaknya maka semakin besar *ground vibration* yang dihasilkan. Namun ada anomali yang terjadi pada jumlah isian bahan peledak 42 kg/lubang dengan *ground vibration* 3,492 mm/s yang disebabkan kondisi dari alat kurang

baik yang menyebabkan pembacaan kurang baik pula. Dari hasil simulasi dengan analisa regresi didapatkan jika nilai *ground vibration* yang dihasilkan 2 mm/s pada jarak 500 m maka jumlah isian bahan peledaknya 84 kg/lubang.

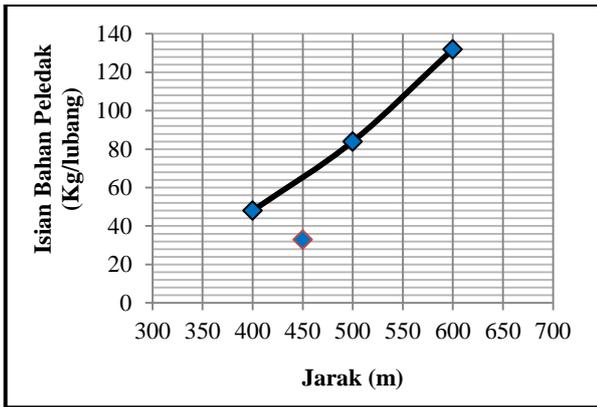


Gambar 1. Grafik hubungan jumlah isian bahan peledak dengan *ground vibration* (a) pada jarak 400 m, (b) pada jarak 450 m, (c) pada jarak 500 m, dan (d) pada jarak 600 m.

Pada 3 kali penelitian di jarak 600 m menggunakan jumlah isian bahan peledak 100 kg/lubang masing-masing dengan nilai *ground vibration* yang didapatkan sebesar 3,429 mm/s, 2,262 mm/s dan 1,513 mm/s. Untuk analisa dengan perbandingan diambil nilai *ground vibration* 1,513 mm/s karena menggunakan pola peledakan dominan *echelon*, sehingga sama dengan pada jarak 400 m dan 600 m dimana peledakannya menggunakan pola peledakan *echelon*. Sedangkan pada *ground vibration* 3,429 mm/s dan 2,262 mm/s pola peledakan yang digunakan *vcut* dan *boxcut*. Pada Gambar 1(d) dapat dilihat bahwa simulasi jumlah bahan peledak agar nilai *ground vibration* yang didapatkan yaitu 2 mm/s pada jarak 600 m adalah 132 kg/lubang.

3.2. Analisa Jarak Berdasarkan Jumlah Isian Bahan Peledak dengan *Ground Vibration* 2 mm/s

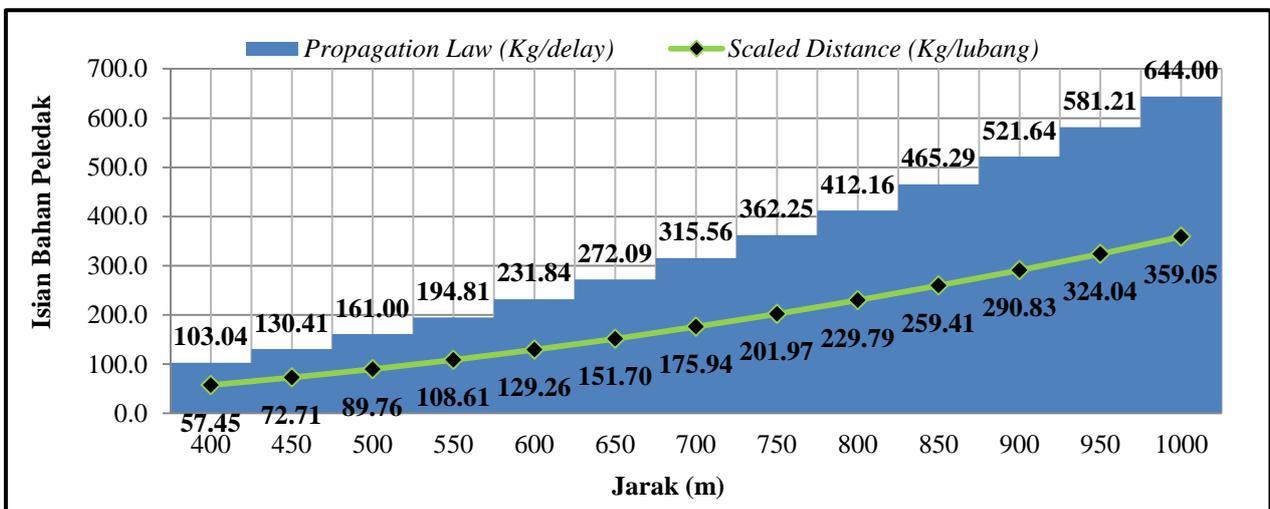
Dari hasil analisa regresi jumlah isian bahan peledak berdasarkan *ground vibration* didapat jumlah isian bahan peledak jika nilai *ground vibration* yang dihasilkan 2 mm/s pada jarak 400 m, 450 m, 500 m dan 600 m. Terlihat pada Gambar 2 bahwa jarak mempengaruhi jumlah isian bahan peledak. Semakin jauh jarak pengukuran, semakin besar jumlah isian bahan peledak yang digunakan. Pada jarak 450 m terjadi anomali yang disebabkan oleh alat sehingga hasil pengukuran kurang baik sehingga mempengaruhi jumlah isian bahan peledak yang dihasilkan dari hasil analisa perbandingan dan regresi.



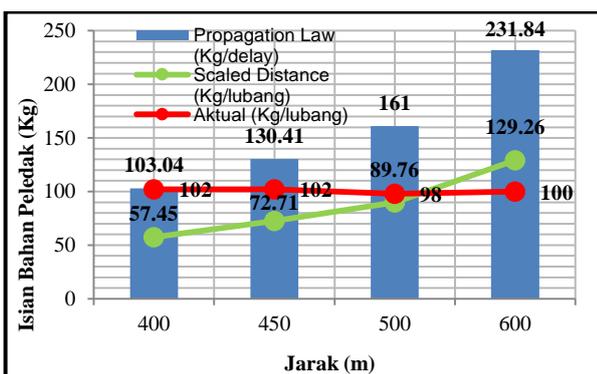
Gambar 2. Grafik hubungan antara jarak berdasarkan jumlah isian bahan peledak

3.3. Optimalisasi Isian Bahan Peledak

Evaluasi yang dapat diberikan yaitu untuk mengurangi nilai *ground vibration* perlu dilakukan perbaikan isian bahan peledak. Perbaikan isian bahan peledak berdasarkan pengolahan data menggunakan prinsip *Propagation Law* yang dikembangkan oleh *U.S Bureau of Mines* dan rumus *scaled distance*, maka didapatkan jumlah isian untuk mendapatkan nilai PPV yang diasumsikan 2 mm/s pada jarak 400 m – 1000 m seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perbandingan jumlah isian bahan peledak menggunakan rumus *propagation law* dan *scaled distance*



Gambar 4. Grafik Perbandingan Jumlah Isian Bahan Peledak Menggunakan Rumus *Propagation Law*, *Scaled Distance* dan Aktual di Lapangan

Gambar 4 memperlihatkan jumlah isian bahan peledak aktual pada jarak 400 m, 450 m dan 500 m masih lebih banyak jumlah bahan

peledaknya dari yang direkomendasikan menggunakan rumus *scaled distance* agar nilai *ground vibration* yang dihasilkan kecil. Namun apabila menggunakan rumus *propagation law* jumlah bahan peledak aktual masih lebih sedikit jumlahnya. Sedangkan pada jarak 600 m jumlah isian bahan peledak sudah baik masih di bawah nilai jumlah isian bahan peledak menggunakan rumus *propagation law* dan *scaled distance*.

3.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Ground Vibration*

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *ground vibration* selama penelitian adalah:

- 1) Jarak Pengukuran dari Titik Peledakan

Jarak pengukuran dari titik peledakan berpengaruh terhadap besarnya *ground vibration* yang dihasilkan. Teoritisnya, semakin dekat suatu titik pengukuran *ground vibration* ke titik peledakan maka *ground vibration* yang terukur semakin besar tetapi masih dipengaruhi oleh isian bahan peledaknya.

2) Jumlah Isian Bahan Peledak

Besarnya *ground vibration* yang dihasilkan peledakan dipengaruhi oleh jumlah muatan total bahan peledak. Semakin besar muatan bahan peledak, semakin besar pula *ground vibration* yang dihasilkan.

3) Kondisi Alat

Kondisi alat sangat berpengaruh pada hasil pengukuran *ground vibration*. Pada saat penelitian terdapat kondisi alat dalam keadaan tidak baik dimana pada kepalapenghubung *geophone* ke alat *minimate* di dalamnya bengkok sehingga alat *geophone* tidak terhubung dengan baik dengan alat *minimate*. Selain itu bisa juga disebabkan paku ulir dari *geophone* tidak tertancap dengan baik. Hal-hal tersebut yang menyebabkan saat dilakukan *sensorcheck* pada tiga gelombang dalam keadaan *check* dimana seharusnya *passed*.

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa menggunakan perbandingan dan regresi linier dengan nilai *ground vibration* diasumsikan 2 mm/s didapatkan jumlah isian bahan peledak pada jarak 400 m sebanyak 48 kg/lubang, jarak 500 m sebanyak 84 kg/lubang dan jarak 600 m sebanyak 132 kg/lubang.

2. Dengan pengolahan data isian bahan peledak menggunakan rumus *scaled distance* maka dapat direkomendasikan jumlah isian bahan peledak dengan nilai *ground vibration* diasumsikan 2 mm/s pada jarak 400 m yaitu sebanyak 57,45 kg/lubang, pada jarak 450 m yaitu sebanyak 72,71 kg/lubang, pada jarak 500 m yaitu sebanyak 89,76 dan pada jarak 600 m yaitu sebanyak 129,26 kg/lubang. Sedangkan dengan menggunakan rumus *propagation law* maka dapat direkomendasikan jumlah isian bahan peledak pada jarak 400 m yaitu sebanyak 103,04 kg/delay, pada jarak 450 m yaitu sebanyak 130,41 kg/delay, pada jarak 500 m yaitu sebanyak 161 kg/delay dan pada jarak 600 m yaitu sebanyak 231,84 kg/delay.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *ground vibration* di lapangan adalah jarak pengukuran dari titik peledakan, jumlah isian bahan peledak dan kondisi alat.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Gokhale, Bhalchandra V., 2011. *Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines*. Netherland: CRC Press, 540-542, 544-545.
- Konya, Calvin J and Edward J W., 1990. *Surface Blast Design*. New Jersey: Seismological Observatory John Carroll University, 115-122.
- Nicholson, Roy F., 2005. *Thesis - Determination of Blast Vibrations Using Peak Particle Velocity at Bengal Quarry in St Ann Jamaica*. Departemen Civil And Environmental Engineering Luleå University of Technology. Swedia. 34-35, 45-47.