

# Optimalisasi Bahan Peledak Berdasarkan Baku Tingkat Getaran Tanah menurut SNI 7571 Tahun 2010 di PT Mandiri Sejahtera Sentra, Desa Sukamulya Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat

Nelly Nur Yuanita\*, Yuliadi, Elfida Moralista,

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

nellynuryuanita@gmail.com

**Abstract.** In addition to simplifying the process of rock dispersion, blasting can have a negative impact on the surrounding environment. One adverse effect due to blasting activities is ground vibration. When exceeding the threshold, ground vibrations can damage the structure of the building and affect the stability of the slope. The study aims to analyze the level of ground vibration produced by blasting activities based on the Indonesian National Standard (SNI) No 75 of 2010 with a maximum vibration level of 40 mm/sec. The study also aims to analyze the factors that influence the level of ground vibration at the study site based on the Peak Velocity Summary (PVS) equation to determine the maximum charge load per delay time that can still be used. The level of vibration produced as a whole does not exceed the threshold where the smallest PVS value is 0,21 mm/s and the largest is 23,1 mm/s. There are four factors that affect the level of vibration produced, namely the type of the vibrational wave, the detonation constant, the distance and the maximum load of explosives used in a time delay. The maximum explosive load per time delay that can still be used with a safe distance radius of 300 m from the closest building (processing plant) is 165 kg/delay time.

**Keywords:** Ground Vibration, PVS, Maximum Charge per Delay Time.

**Abstrak.** Disamping untuk mempermudah proses pembeaian batuan, peledakan dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Salah satu dampak buruk akibat kegiatan peledakan adalah getaran tanah (*ground vibration*). Ketika melebihi ambang batas, getaran tanah dapat merusak struktur bangunan dan mempengaruhi kestabilan lereng. Penelitian bertujuan untuk menganalisis tingkat getaran tanah yang dihasilkan akibat kegiatan peledakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No 75 Tahun 2010 dengan tingkat getaran maksimum sebesar 40 mm/detik. Penelitian juga bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi besar tingkat getaran tanah di lokasi penelitian berdasarkan persamaan nilai *Peak Velocity Summary* (PVS) yang dihasilkan untuk mengetahui jumlah muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan. Tingkat getaran yang dihasilkan secara keseluruhan tidak melebihi ambang batas

dimana nilai PVS terkecil 0,21 mm/detik dan terbesar 23,1 mm/detik. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi tingkat getaran yang dihasilkan yaitu jenis gelombang getar, konstanta peledakan, jarak dan banyaknya muatan bahan peledak maksimum yang digunakan dalam satu waktu tunda. Muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan dengan radius jarak aman 300 m terhadap bangunan terdekat (pabrik pengolahan) yaitu 165 kg/waktu tunda.

**Kata Kunci: Getaran Tanah, PVS, Muatan Bahan Peledak Maksimu per Waktu Tunda.**

## 1. Pendahuluan

PT Mandiri Sejahtera Sentra (PT MSS) merupakan salah satu perusahaan tambang andesit di Jawa Barat. Untuk mempercepat produksi, perusahaan menerapkan kegiatan peledakan dalam proses penambangannya. Peledakan untuk mempermudah proses pemberaian batuan, akan tetapi peledakan dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Dampak buruk hasil peledakan bisa bermacam-macam seperti flying rock, fumes, air blast dan ground vibration.

Salah satu dampak buruk yang sering dirasakan adalah ground vibration (getaran tanah), terutama jika jarak lokasi peledakannya berdekatan dengan pemukiman penduduk. Disinyalir kerusakan berupa retaknya rumah penduduk diakibatkan oleh getaran tanah hasil peledakan yang melebihi ambang batas. Besarnya getaran tanah yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor terutama jarak dan muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7571 Tahun 2010 tentang baku tingkat getaran peledakan pada kegiatan tambang terbuka terhadap bangunan, terdapat pengkelasan jenis bangunan dan tingkat getaran tanah maksimum yang mampu diterima bangunan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian berupa analisis tingkat getaran hasil kegiatan peledakan terhadap ambang batas dan bahan peledak optimal yang digunakan berdasarkan jarak aman terhadap bangunan di sekitarnya.

Adapun tujuan yang diteliti dalam analisis tingkat getaran tanah akibat kegiatan peledakan antara lain:

1. Mengetahui tingkat getaran hasil kegiatan peledakan;
2. Mengetahui parameter yang mempengaruhi tingkat getaran hasil kegiatan peledakan;
3. Mengetahui jumlah rancangan muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan.

## 2. Landasan Teori

Getaran tanah (*Ground Vibration*) merupakan bentuk dari *seismic energy* yaitu energi sisa yang dihasilkan dari proses peledakan. Energi ini merambat melalui massa batuan dan menyebabkan terjadinya getaran tanah di sekitar area peledakan. Keberadaan *seismic energy* ini seringkali tidak menguntungkan terlebih ketika tingkat getaran tanah yang dihasilkan terlalu tinggi sebab keberadaannya mampu merusak struktur bangunan ataupun mengganggu kestabilan lereng tambang.

Getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis (*elastic zone*) diakibatkan oleh adanya *stress wave (body wave)* yang merambat melalui massa batuan. *Stress wave* ini dapat terbentuk karena adanya *elastic deformation* akibat pelepasan energy peledakan. Menurut Rosenthal & Marlock 1987, getaran yang dihasilkan dari proses peledakan terbagi menjadi tiga yaitu *Peak Particle Velocity (PPV)*, *Peak Particle Acceleration (PPA)* dan *Peak Particle Displacement (PPD)*. Berdasarkan arah gerakan partikel, komponen getaran tanah digolongkan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Gerakan Longitudinal (Radial)  
Gerakan partikel searah dengan perambatan getaran.
2. Gerakan Transversal (Tangensial)

- Gerakan partikel tegak lurus horizontal dengan perambatan getaran
- Gerakan Vertikal  
Gerakan partikel tegak lurus vertikal dengan perambatan getaran.

### 2.1 *Prediksi Getaran Tanah*

Tingkat getaran tanah yang dihasilkan dari kegiatan peledakan dipengaruhi oleh energi yang dihasilkan dari proses peledakan itu sendiri. Energi yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah muatan bahan peledak per waktu tunda artinya semakin banyak muatan bahan peledak yang meledak secara bersamaan maka energi yang dihasilkan akan semakin besar dan tingkat getaran tanahnya pun akan semakin besar. Menurut Duval dan Fogelson 1962 berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat getaran tanah.

1. Scaled Distance (SD)

Merupakan perbandingan antara jarak dan muatan bahan peledak, dimana jarak diambil dari lokasi peledakan ke titik pengukuran sedangkan muatan bahan peledak merupakan muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang digunakan.

$$SD = \frac{D}{\sqrt{Q}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

SD= Scaled Distance

D = Jarak dari lokasi peledakan ke titik pengukuran (m)

Q = Total muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda (kg)

2. Peak Particle Velocity (PPV)

Merupakan kecepatan gerakan partikel tanah atau batuan dari posisi nol sampai mencapai ke level maksimum dan kembali lagi ke nol. Pada persamaan ini nilai konstanta k dan -e didapatkan dari hubungan antara nilai PPV dan SD. Nilai kedua konstanta tersebut selalu berbanding lurus dimana konstanta e menunjukkan faktor batuan dan konstanta K menunjukkan besarnya transfer energi ke batuan.

$$PPV = k (SD)^e \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

PPV = Peak Particle Velocity (mm/detik)

k = Faktor peluruhan

e = Site exponent

3. Peak Particle Acceleration (PPA)

Merupakan percepatan gerakan partikel tanah atau batuan dari posisi nol sampai mencapai ke level maksimum dan kembali lagi ke nol yang dinyatakan dengan satuan g. Pada persamaan ini nilai konstanta n dan  $\beta$  didapatkan dari hubungan antara nilai PPA dan SD. Nilai kedua konstanta tersebut selalu berbanding lurus dimana konstanta  $\beta$  menunjukkan faktor batuan dan konstanta n menunjukkan besarnya transfer energi ke batuan.

$$PPA = n (SD)^{-\beta} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana:

PPA = Peak Particle Acceleration (g)

n = Faktor peluruhan

4.  $\beta$  = Site exponent

### 2.2 *Seismograf*

Digunakan untuk mengukur tingkat getaran tanah yang dihasilkan dari kegiatan peledakan digunakan suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi dan merekam adanya gelombang seismik atau biasa disebut sebagai seismograf. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Minimate series III*.

1. Monitor

Getaran tanah dan suara ditangkap dalam bentuk gelombang oleh *geophone* dan *mic* dan diinterpretasikan dalam bentuk angka.

2. *Mic*  
 Berfungsi sebagai sensos suara dan menangkap gelombang suara yang dihasilkan dari kegiatan peledakan kemudian meneruskan hasil rekaman gelombang suara kedalam monitor.
3. *Geophone*  
 Merupakan bagian dari seismograf yang berfungsi untuk merekam getaran yang dihasilkan dari kegiatan peledakan. Dalam *geophone* terdapat tiga sensor tunggal yang berfungsi untuk merekam gelombang *transversal*, *vertical* dan *longitudinal* kemudian meneruskan hasil rekaman gelombang getar kedalam monitor.



Sumber: Instanetel, 2010.

Gambar 1. Seismograf Minimata series III

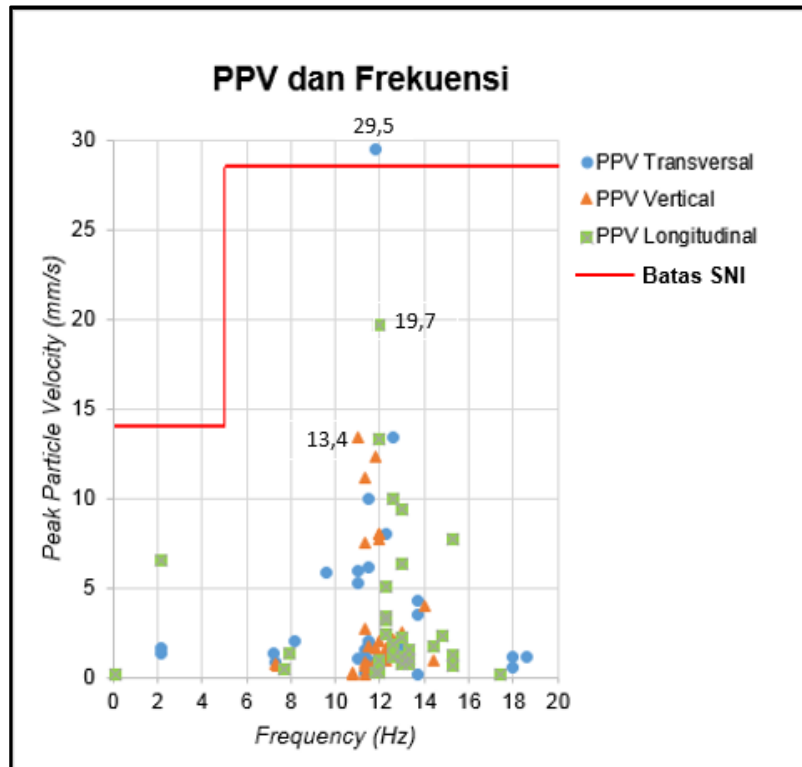
### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data hasil pengukuran yang didapat meliputi nilai *Peak Particle Velocity* (PPV), *Peak Particle Acceleration* (PPA), *Peak Particle Displacement* (PPD) dan frekuensi getaran dengan arah gelombang getar transversal, vertikal dan longitudinal dengan data sebagai berikut (Tabel 5):

Tabel 2. PPV, PPA, PPD dan Frekuensi

| No | Peak Particle Velocity (PPV)<br>(mm/detik) |      |      | Peak Particle Acceleration (PPA)<br>(g) |       |       | Peak Particle Displacement (PPD)<br>(mm) |       |       | Frequency<br>(Hz) |       |       |
|----|--|------|------|---|-------|-------|--|-------|-------|-------------------|-------|-------|
|    | Trans                                      | Vert | Long | Trans                                   | Vert  | Long  | Trans                                    | Vert  | Long  | Trans             | Vert  | Long  |
| 1  | 7,97                                       | 8,05 | 9,38 | 0,093                                   | 0,111 | 0,096 | 0,072                                    | 0,072 | 0,100 | 12,3              | 12,00 | 13,00 |
| 2  | 0,52                                       | 0,92 | 0,74 | 0,007                                   | 0,010 | 0,008 | 0,016                                    | 0,016 | 0,013 | 18,00             | 12,3  | 13,00 |
| 3  | 1,83                                       | 2,48 | 1,21 | 0,023                                   | 0,025 | 0,015 | 0,038                                    | 0,038 | 0,019 | 13,00             | 13,00 | 15,3  |
| 4  | 10,00                                      | 7,52 | 19,7 | 0,085                                   | 0,051 | 0,106 | 0,189                                    | 0,189 | 0,479 | 11,5              | 11,3  | 12,00 |
| 5  | 0,28                                       | 0,2  | 0,3  | 0,008                                   | 0,007 | 0,007 | 0,010                                    | 0,010 | 0,010 | 11,3              | 10,8  | 11,8  |
| 6  | 1,29                                       | 0,9  | 2,32 | 0,066                                   | 0,018 | 0,037 | 0,040                                    | 0,040 | 0,014 | 2,2               | 14,4  | 14,8  |
| 7  | 4,27                                       | 3,97 | 7,68 | 0,027                                   | 0,027 | 0,033 | 0,115                                    | 0,115 | 0,233 | 13,7              | 14,00 | 15,3  |
| 8  | 1,81                                       | 1,75 | 2,46 | 0,027                                   | 0,028 | 0,022 | 0,076                                    | 0,076 | 0,046 | 11,5              | 11,5  | 12,3  |
| 9  | 6,13                                       | 7,98 | 6,51 | 0,348                                   | 0,548 | 0,684 | 0,672                                    | 0,672 | 2,26  | 11,5              | 12,00 | 2,2   |
| 10 | 0,2  | 0,17 | 0,15 | 0,007                                   | 0,007 | 0,007 | 0,002                                    | 0,002 | 0,002 | 13,7              | 11,3  | 17,4  |
| 11 | 0,93                                       | 0,93 | 0,77 | 0,058                                   | 0,063 | 0,048 | 0,007                                    | 0,007 | 0,007 | 11,5              | 11,8  | 13,3  |
| 12 | 0,96                                       | 0,66 | 1,51 | 0,037                                   | 0,027 | 0,022 | 0,047                                    | 0,047 | 0,022 | 12,00             | 12,00 | 13,3  |
| 13 | 29,5                                       | 12,3 | 9,96 | 0,138                                   | 0,371 | 0,282 | 1,22                                     | 1,22  | 2,5   | 11,8              | 11,8  | 12,6  |
| 14 | 1,13                                       | 2,11 | 1,68 | 0,023                                   | 0,053 | 0,030 | 0,008                                    | 0,008 | 0,008 | 18,6              | 12,6  | 14,4  |
| 15 | 3,51                                       | 3,44 | 0,11 | 0,022                                   | 0,030 | 0,008 | 0,121                                    | 0,121 | 0,001 | 13,7              | 12,3  | 0,11  |
| 16 | 1,11                                       | 0,83 | 0,92 | 0,020                                   | 0,020 | 0,046 | 0,018                                    | 0,018 | 0,016 | 11,3              | 11,3  | 12,00 |
| 17 | 5,89                                       | 7,73 | 6,35 | 0,071                                   | 0,076 | 0,101 | 0,077                                    | 0,077 | 0,112 | 9,6               | 12,00 | 13,00 |
| 18 | 1,98                                       | 1,6  | 1,87 | 0,068                                   | 0,023 | 0,020 | 0,052                                    | 0,052 | 0,038 | 8,2               | 11,8  | 12,6  |
| 19 | 1,13                                       | 1,62 | 2,25 | 0,022                                   | 0,032 | 0,029 | 0,045                                    | 0,045 | 0,035 | 18,00             | 12,3  | 13,00 |
| 20 | 0,23                                       | 0,28 | 0,3  | 0,013                                   | 0,022 | 0,018 | 0,005                                    | 0,005 | 0,007 | 11,3              | 10,8  | 12,00 |
| 21 | 2,02                                       | 2,06 | 3,43 | 0,020                                   | 0,012 | 0,023 | 5,14                                     | 5,14  | 6,23  | 11,5              | 12,00 | 12,3  |
| 22 | 13,4                                       | 13,4 | 13,3 | 0,669                                   | 0,673 | 0,668 | 0,085                                    | 0,085 | 0,081 | 12,6              | 11,00 | 12,00 |
| 23 | 1,03                                       | 0,66 | 0,6  | 0,018                                   | 0,027 | 0,022 | 0,040                                    | 0,040 | 0,011 | 11,00             | 11,3  | 15,3  |
| 24 | 1,83                                       | 1,38 | 1,17 | 0,027                                   | 0,037 | 0,020 | 0,033                                    | 0,033 | 0,020 | 12,6              | 12,3  | 13,00 |
| 25 | 0,82                                       | 0,76 | 0,42 | 0,008                                   | 0,008 | 0,007 | 0,052                                    | 0,052 | 0,014 | 7,3               | 7,3   | 7,7   |
| 26 | 5,3  | 2,73 | 3,21 | 0,038                                   | 0,076 | 0,046 | 0,142                                    | 0,142 | 0,079 | 11,00             | 11,3  | 12,3  |
| 27 | 5,97                                       | 11,1 | 5,03 | 0,182                                   | 0,691 | 0,117 | 0,035                                    | 0,035 | 0,039 | 11,00             | 11,3  | 12,3  |
| 28 | 1,29                                       | 0,6  | 1,37 | 0,007                                   | 0,007 | 0,010 | 0,058                                    | 0,058 | 0,052 | 7,2               | 7,4   | 7,9   |
| 29 | 1,51                                       | 0,65 | 1,02 | 0,033                                   | 0,028 | 0,022 | 0,032                                    | 0,032 | 0,019 | 11,3              | 11,5  | 13,3  |
| 30 | 1,59                                       | 0,54 | 1,17 | 0,008                                   | 0,007 | 0,008 | 0,051                                    | 0,051 | 0,034 | 2,2               | 11,5  | 12,6  |

Dari data tersebut kemudian dituangkan dalam grafik hubungan antara PPV dan frekuensi berdasarkan kelas bangunan jenis 5 dimana frekuensinya berada di angka 0 sampai dengan 100 Hz dengan nilai PPV minimum 12 mm/detik dan maksimum 40 mm/detik seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan PPV dan Frekuensi

### 3.1 Analisis Karakteristik Tingkat Getaran Hasil Kegiatan Peledakan berdasarkan SNI 7571 Tahun 2010

Berdasarkan SNI 7571 Tahun 2010 tentang *Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka terhadap Bangunan* batas maksimum dari tingkat getaran yang dihasilkan yaitu 40 mm/detik. Dari hasil pengukuran di lokasi penelitian pada jarak 100 – 700 m baik itu pada jarak aman alat (300 m) dan jarak aman manusia (500 m) tingkat getaran yang dihasilkannya tidak melebihi 40 mm/detik dapat dikatakan tingkat getarannya tidak menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan di sekitarnya.

### 3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Getaran Hasil Peledakan

Berdasarkan persamaan PPV terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat getaran yang dihasilkan akibat kegiatan seperti jarak, muatan bahan peledak, jenis gelombang getar dan konstanta peledakan sebagai berikut:

#### 1. Jenis Gelombang Getar

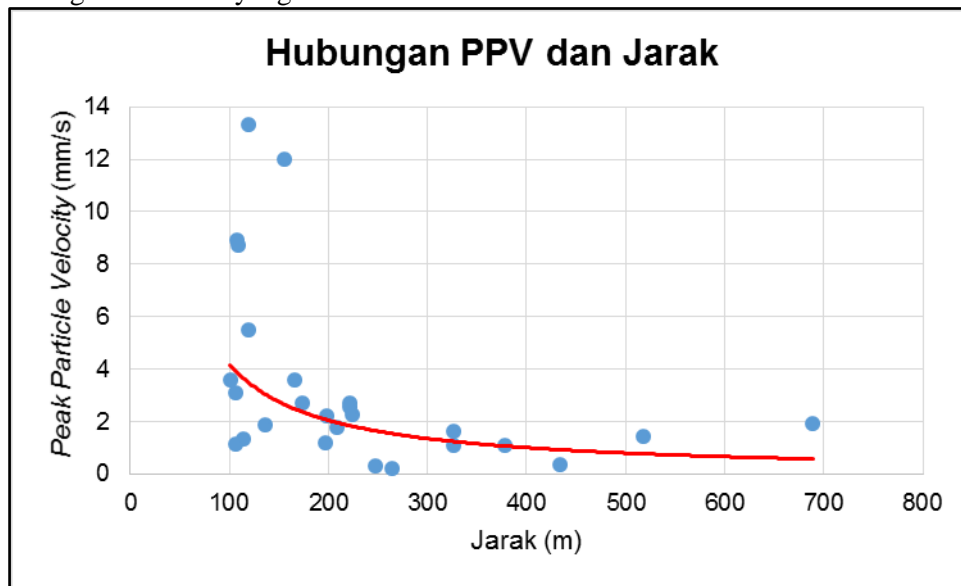
Berdasarkan jenis gelombang getar yang dihasilkan baik dari arah transversal, vertikal dan longitudinal, maka gelombang vertikal pada lokasi penelitian memiliki nilai konstanta  $k$  dan  $e$  yang lebih besar dibandingkan dengan dua gelombang lainnya. Hal tersebut menunjukkan di lokasi penelitian gelombang ini memberikan pengaruh yang besar terhadap tingkat getaran yang dihasilkan. Besar nilai konstanta  $k$  dan  $e$  dapat dilihat di Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Persamaan Regresi Linear PPV terhadap SD

| No | Peak Particle Velocity (PPV) | Regresi                    |
|----|------------------------------|----------------------------|
| 1  | Transversal                  | $PPV_T = 269(SD)^{-0,716}$ |
| 2  | Vertical                     | $PPV_V = 595(SD)^{-0,973}$ |
| 3  | Longitudinal                 | $PPV_L = 199(SD)^{-0,585}$ |
| 4  | Summary                      | $PVS = 478(SD)^{-0,787}$   |

## 2. Jarak

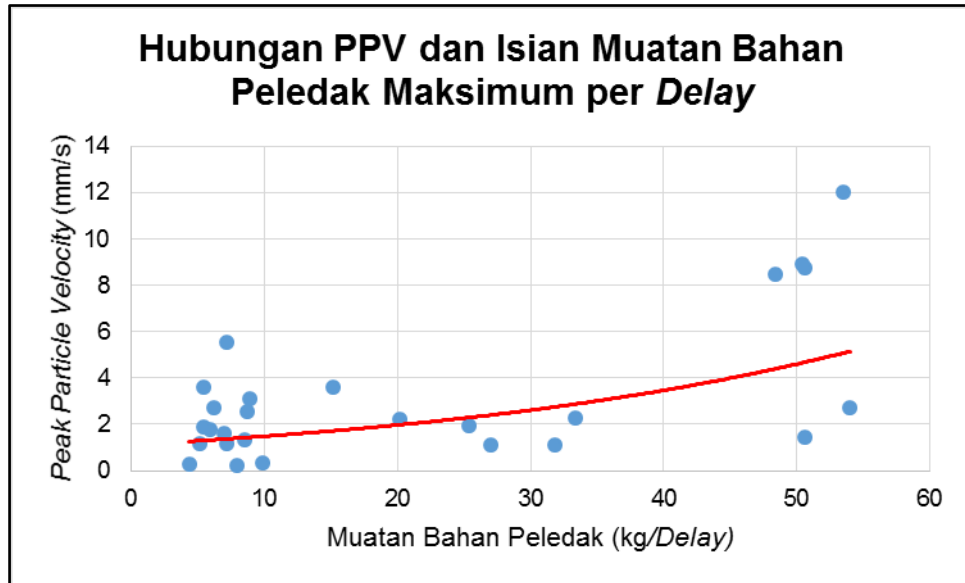
Jarak yang dimaksud adalah jarak dari pusat peledakan ke titik pengukuran tingkat getaran tanah. Berdasarkan Gambar 4 semakin kecil jarak semakin besar tingkat getaran tanah yang akan diterima.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan PPV dan Jarak

## 3. Muatan Bahan Peledak

Muatan bahan peledak adalah muatan bahan peledak maksimum dalam satu waktu tunda. Semakin banyak muatan bahan peledak yang meledak secara bersamaan, semakin besar energi yang dihasilkan sehingga tingkat getaran yang dihasilkan akan semakin besar pula. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



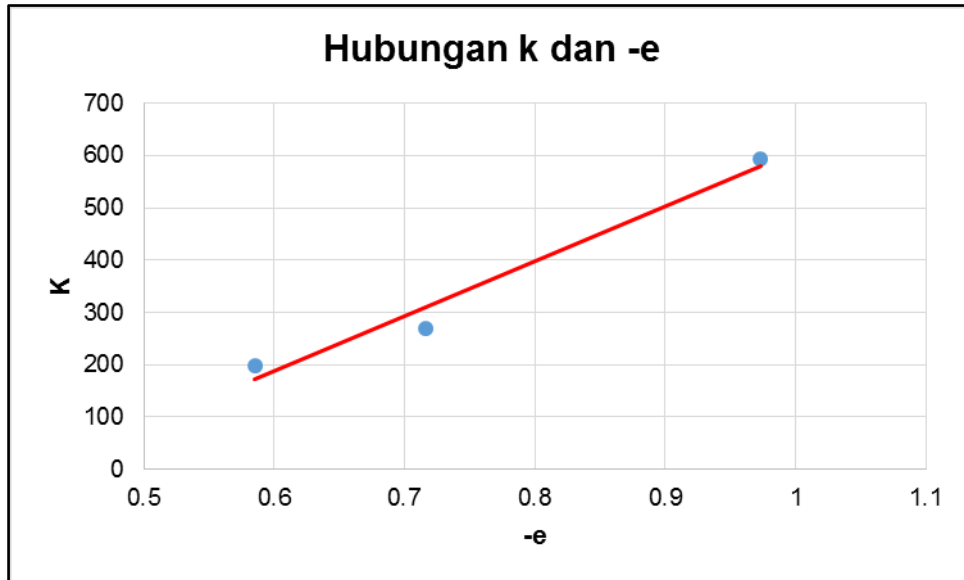
**Gambar 5.** Grafik Hubungan PPV dan Muatan Bahan Peledak

4. Konstanta Peledakan Faktor Peluruhan ( $k$ ) dan *Site Exponent* ( $e$ )

Dilihat dari nilai regresi linearnya, gelombang vertikal memiliki nilai konstanta  $k$  dan  $e$  yang terbesar diantara gelombang lainnya. Semakin besar nilai konstanta  $k$  maka nilai konstanta  $e$  akan semakin besar, keduanya akan saling berbanding lurus dan mempengaruhi tingkat getaran yang dihasilkan. Besar nilai konstanta  $k$  dan  $e$  dapat dilihat di Tabel 5.2 dan Gambar 5.3.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Persamaan Regresi Linear PPV terhadap SD

| No | Peak Particle Velocity (PPV) | Regresi                    | $k$ | $e$    |
|----|------------------------------|----------------------------|-----|--------|
| 1  | Transversal                  | $PPV_T = 269(SD)^{-0,716}$ | 269 | -0,716 |
| 2  | Vertical                     | $PPV_V = 595(SD)^{-0,973}$ | 595 | -0,973 |
| 3  | Longitudinal                 | $PPV_L = 199(SD)^{-0,585}$ | 199 | -0,585 |
| 4  | Summary                      | $PVS = 478(SD)^{-0,787}$   | 478 | -0,787 |



**Gambar 6.** Grafik Hubungan k dan  $-e$

Dalam PPV, konstanta k menunjukkan besarnya energi hasil peledakan yang dikirimkan ke massa batuan yang diterimanya sedangkan konstanta e menunjukkan hubungan antara geometri peledakan dengan karakteristik batuan. Besarnya energi yang diterima oleh batuan tentu bersesuaian dengan karakteristik batuan sehingga kedua konstanta ini saling berbanding lurus. Pada beberapa penelitian publik, dalam peledakan batubara nilai konstanta k dan e yang dihasilkan yaitu  $PPV = 1.897(SD)^{-1,6}$  penelitian lain dalam peledakan batu andesit menunjukkan nilai konstanta k dan e yang dihasilkan yaitu  $PPV = 411(SD)^{-1,67}$  kemudian untuk peledakan batu gamping nilai konstanta k dan e yang dihasilkan yaitu  $PPV = 560(SD)^{-1,78}$ . Dilihat dari hasil penelitian tersebut, perbedaan karakteristik batuan menghasilkan perbedaan konstanta peledakan yang menunjukkan perbedaan energi yang akan diterima pada masing-masing batuan karena setiap batuan tentunya memiliki kekuatan tersendiri untuk meredam getaran yang dihasilkan dari kegiatan peledakan.

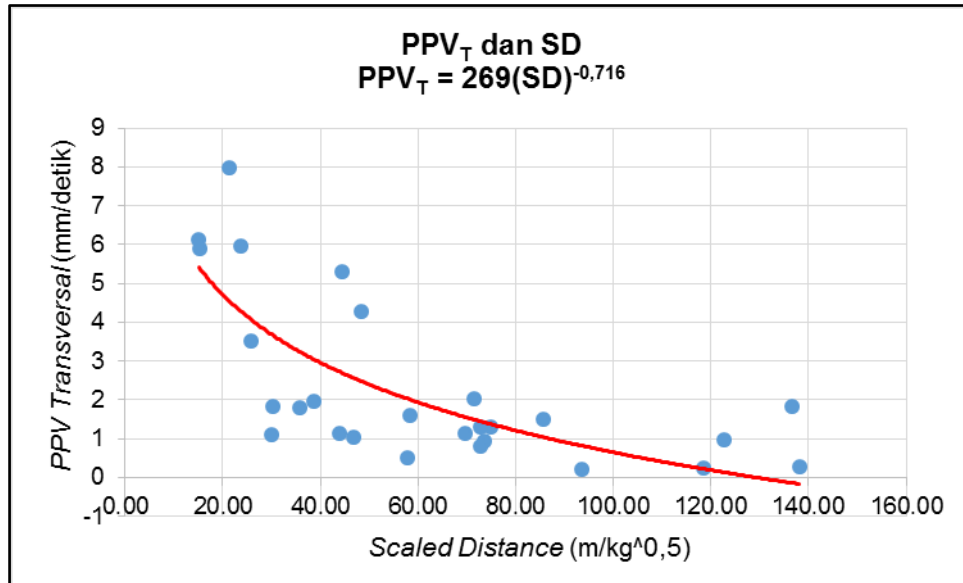
### 3.3 Hubungan PPV dan Scaled Distance

Dari hubungan antara *peak particle velocity* (PPV) dan *scaled distance* ini diperoleh konstanta k dan konstanta e. konstanta k menunjukkan besarnya energi hasil peledakan yang dikirimkan ke massa batuan disekitarnya sedangkan konstanta e menunjukkan hubungan antara geometri peledakan dan karakteristik batuan yang diledakkan.

#### 1. Peak Particle Velocity Transversal ( $PPV_T$ ) dan Scaled Distance (SD)

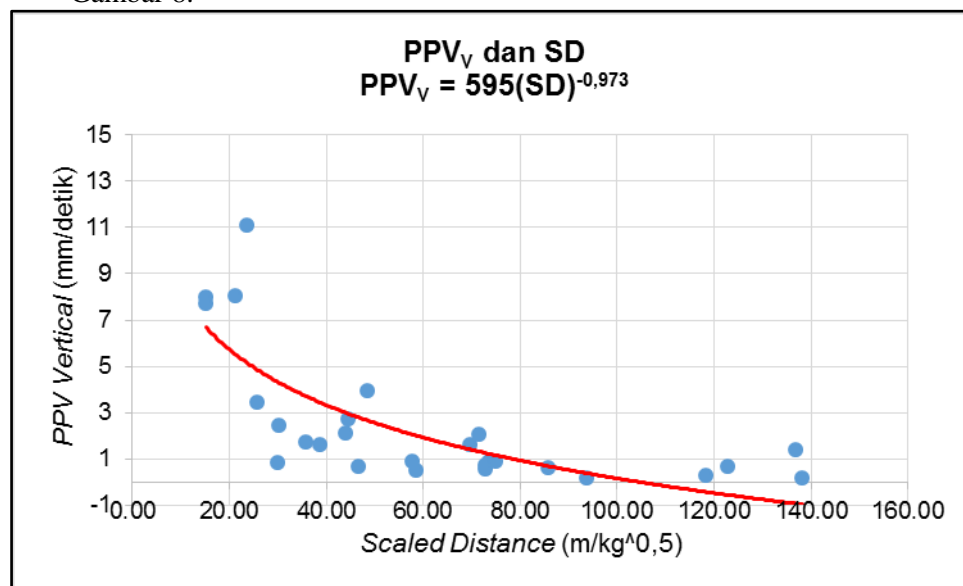
Berdasarkan regresi antara  $PPV_T$  dan SD diperoleh nilai konstanta k sebesar 269 dan konstanta e sebesar -0,716 yang menunjukan jika sebesar 269 dari total energi tertransfer ke batuan di sekitarnya. Grafik hubungan  $PPV_T$  dan SD dapat dilihat di Gambar 7.





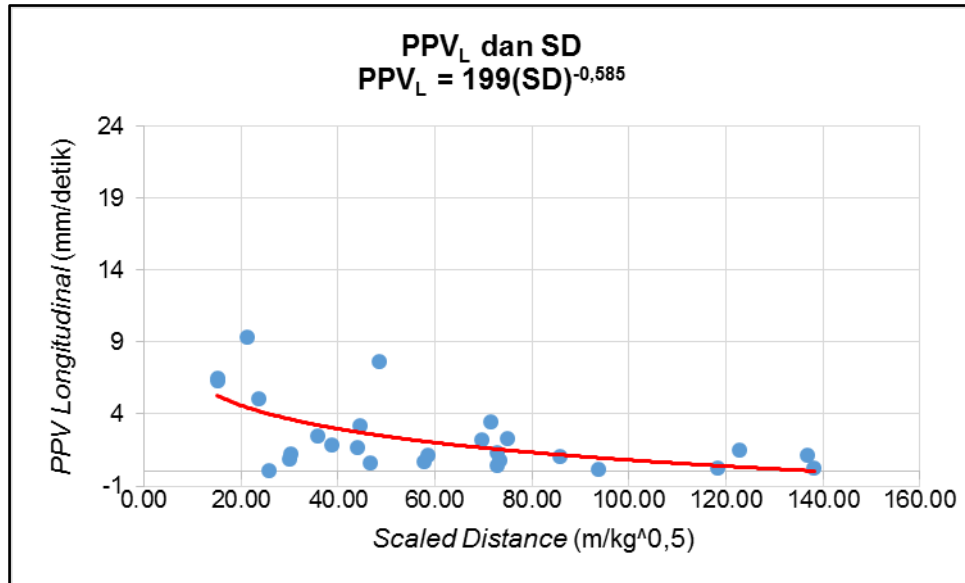
**Gambar 7.** Grafik Hubungan PPV<sub>T</sub> dan *Scaled Distance*

2. Peak Particle Velocity Vertical (PPV<sub>V</sub>) dan Scaled Distance (SD)  
Berdasarkan regresi antara PPV<sub>V</sub> dan SD diperoleh nilai konstanta k sebesar 595 dan konstanta e sebesar -0,973 yang menunjukan jika sebesar 595 dari total energi tertransfer ke batuan di sekitarnya. Grafik hubungan PPV<sub>V</sub> dan SD dapat dilihat di Gambar 8.



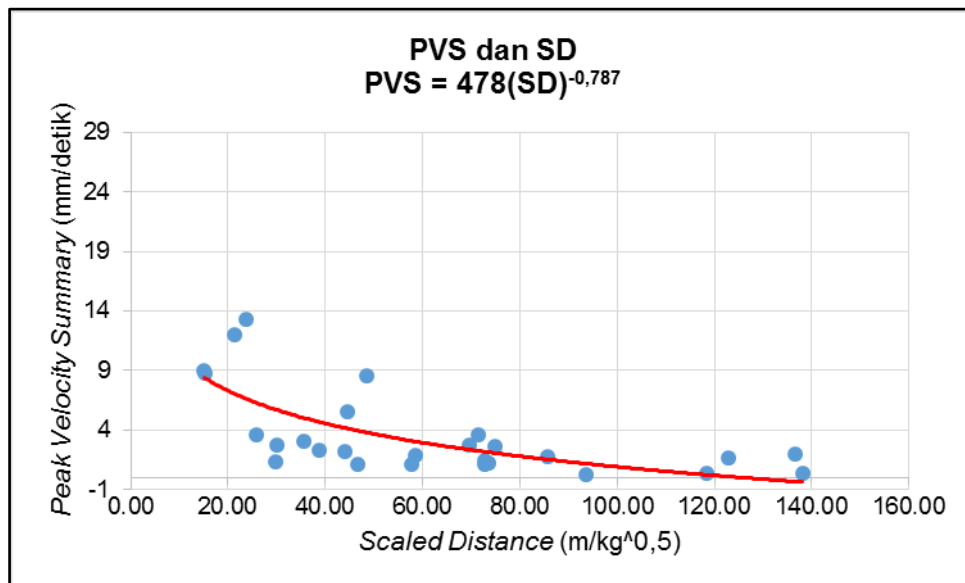
**Gambar 8.** Grafik Hubungan PPV<sub>V</sub> dan *Scaled Distance*

3. Peak Particle Velocity Longitudinal (PPV<sub>L</sub>) dan Scaled Distance (SD)  
Berdasarkan regresi antara PPV<sub>L</sub> dan SD diperoleh nilai konstanta k sebesar 199 dan konstanta e sebesar -0,585 yang menunjukan jika sebesar 199 dari total energi tertransfer ke batuan di sekitarnya. Grafik hubungan PPV<sub>L</sub> dan SD dapat dilihat di Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik Hubungan PPV<sub>L</sub> dan *Scaled Distance*

4. Peak Velocity Summary (PVS) dan Scaled Distance (SD)  
Berdasarkan regresi antara PVS dan SD diperoleh nilai konstanta k sebesar 478 dan konstanta e sebesar -0,787 yang menunjukkan jika sebesar 478 dari total energi tertransfer ke batuan di sekitarnya. Grafik hubungan PVS dan SD dapat dilihat di Gambar 10.



**Gambar 10.** Grafik Hubungan PVS dan *Scaled Distance*

### 3.4 Penentuan Estimasi Muatan Bahan Peledak Maksimum

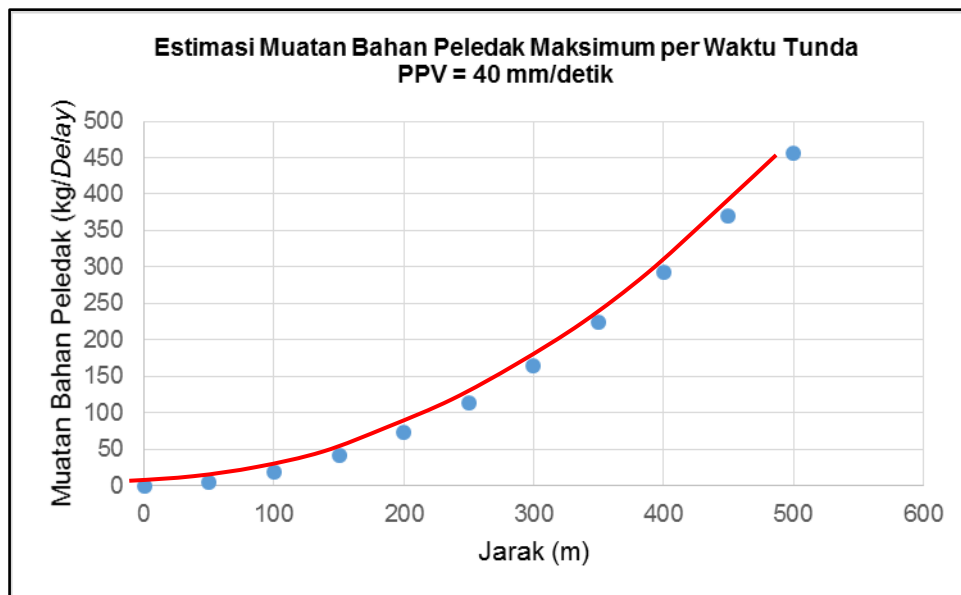
Berdasarkan regresi hubungan antara nilai PVS dan SD untuk mengetahui tingkat getaran tanahnya diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$PVS = 478(SD)^{-0,787}$$

Jika diambil kondisi PPV maksimum yaitu 40 mm/detik dengan jarak 300 m dari pusat peledakan menggunakan persamaan di atas diperoleh estimasi muatan bahan peledak maksimum yang masih dapat dipergunakan pada jarak 300 m dari pusat lokasi peledakan yaitu 165 kg/waktu tunda. Estimasi muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 11.

**Tabel 5.** Estimasi Muatan Bahan Peledak Maksimum

| No | PPV (mm/detik) | k   | e      | Jarak (m) | Muatan Bahan Peledak Maksimum per Waktu Tunda (kg) |
|----|----------------|-----|--------|-----------|--|
| 1  | 40             | 478 | -0,787 | 0         | 0  |
| 2  |                |     |        | 50        | 4,57   |
| 3  |                |     |        | 100       | 18,3   |
| 4  |                |     |        | 150       | 41,1   |
| 5  |                |     |        | 200       | 73,1   |
| 6  |                |     |        | 250       | 114  |
| 7  |                |     |        | 300       | 165  |
| 8  |                |     |        | 350       | 224  |
| 9  |                |     |        | 400       | 292  |
| 10 |                |     |        | 450       | 370  |
| 11 |                |     |        | 500       | 457  |

**Gambar 11.** Grafik Estimasi Muatan Bahan Peledak Maksimum

### 3.5 Simulasi Penggunaan Bahan Peledak

Bangunan terdekat dari pusat peledakan (pabrik pengolahan) berada di jarak 400 m. Untuk peledakan produksi dapat digunakan rekomendasi muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda untuk jarak 300 m yaitu 165 kg/waktu tunda sedangkan untuk peledakan *secondary/development* dapat digunakan rekomendasi muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda untuk jarak 150 m yaitu 41 kg/waktu tunda dengan simulasi sebagai berikut:

**Tabel 6.** Simulasi Penggunaan Bahan Peledak

| No | Peledakan | Diameter Lubang | Hole Depth | Powder Coloumn | Density Handak (gr/cm <sup>3</sup> ) | Muatan Handak (kg) |            | Jumlah Lubang/Waktu |
|----|-----------|-----------------|------------|----------------|--------------------------------------|--------------------|------------|---------------------|
|    |           |                 |            |                |                                      | Maksimum /Waktu    | Per Lubang |                     |
|    |           |                 |            |                |                                      |                    |            |                     |

|   |                           | (inchi) | (m) | (m) |      | Tunda |      | Tunda |
|---|---------------------------|---------|-----|-----|------|-------|------|-------|
| 1 | Produksi                  | 3,5     | 14  | 10  | 0,84 | 165   | 52   | 3     |
| 2 | Secondary<br>/Development |         | 4   | 2   |      | 41    | 10,4 | 4     |

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari data hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan tingkat getaran yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas menurut SNI 7571 Tahun 2010 pada tipe kelas bangunan 5 dengan nilai PVS 12 - 40 mm/detik dimana PVS yang dihasilkan di lokasi penelitian yaitu 0,21 - 23,1 mm/detik.
2. Tingkat getaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis gelombang getar vertikal dengan nilai konstanta peledakan terbesar diantara gelombang getar lainnya. Semakin besar konstanta peledakan maka semakin besar tingkat getaran yang dihasilkan. Kemudian semakin banyak muatan bahan peledak dan semakin dekat jarak dari lokasi peledakan ke lokasi pengukuran maka tingkat getaran yang dihasilkan akan semakin besar.
3. Berdasarkan PPV maksimal yaitu 40 mm/detik dengan jarak 300 m dari pusat peledakan, muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan yaitu 165 kg/waktu tunda.

#### Daftar Pustaka

- [1]Anonim, 2018, *Kabupaten Purwakarta Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Purwakarta.
- [2]Anonim, 2010, *Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka terhadap Bangunan*. Standar Nasional Indonesia.
- [3]Dowding, C.H., 1985, *Blast Vibration Monitoring and Control*. Northwestern University. United States of America.
- [4]Fogelson, Duvall, 1962, *Ground Vibration*. USBM. Washington DC.
- [5]ICI, 1990, *Safe and Efficient Blasting in Open Cut Mines*. ICI Australia Operation PTY LTD.
- [6]Konya, C.J & Walter, E.J., 1991, *Rock Blasting and Overbreak Control*. Precision Blasting Service, United States of America.
- [7]Lucca, F.J., 2003, *Ground Vibration Basic, Monitoring and Prediction*. Terra Dinamica. Granby CT.
- [8]R.L. Ash., 1968, *Design of Blasting Round, Surface Mining*. CR Books Ltd. London.
- [9]Richards, A.B and Moore, A.J., 2005, *Blast Vibration Course: Measurement, Assesment, Control*. Terrock Consulting Engineer. Perth. West Australia.
- [10]USBM, 1950, *Explosive and Blasting Procedures Manual*. Washington DC.