

Kajian Getaran Peledakan *Overburden* terhadap Penggunaan Bahan Peledak Optimum pada Penambangan Batubara di PT Kalimantan Prima Persada Malinau Kalimantan Utara

Intan Dwi Lestari*, Yuliadi, Zaenal

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

*intandwilestari23@gmail.com

Abstract. Blasting activities can have an adverse impact on the environment. One of the bad impacts that often occurs is ground vibration. If the vibration exceeds the specified threshold, it can cause damage to the infrastructure in the area around the blasting, given the location of the explosion which is close to the residential location of the residents of Tanjung Nanga Village. This shows the importance of a control over ground vibrations from the results of blasting activities carried out so that it remains safe and does not damage the environment. Then the problem in this research is formulated as follows: (1) What is the level of ground vibrations resulting from the blasting activity carried out? (2) What parameters determine the level of vibration due to blasting activities? (3) What is the maximum explosive charge per time delay that can still be used? The data collection technique is carried out directly in the field by measuring ground vibrations using the Micromate tool. Obtained the amount of data as much as 20 with a variety of distances. The analysis technique used is the relationship to the independent and dependent variables. Vibration analysis is carried out based on the relationship between Peak Vector Summary (PVS) and Scaled Distance (SD) to obtain the constant values of K and e- so that later we can find out the maximum amount of explosive charge per time delay that can still be used. The results of this study are (1) the measurement results obtained at the research location are 0.4-1.167 mm/s. (2) the factors that determine the level of ground vibrations are the type of transverse wave, the distance and charge of the explosive, (3) the use of explosives can still be increased to obtain a more optimal blasting result, at a distance of 700 meters with a PPV limit of 2 mm/s can use 169 kg while for the PPV limit of 3 mm/s you can use 277 kg.

Keywords: Ground Vibration, Explosive, Distance.

Abstrak. Kegiatan peledakan dapat menghasilkan dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu dampak buruk yang sering terjadi adalah *ground vibration*. Apabila getaran melampaui ambang batas yang ditentukan, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur yang berada di daerah sekitar peledakan, mengingat lokasi peledakan yang dekat dengan lokasi pemukiman warga Desa Tanjung Nanga. Hal tersebut menunjukkan pentingnya suatu pengawasan terhadap getaran tanah dari hasil kegiatan peledakan yang dilakukan agar tetap dalam keadaan aman dan tidak merusak lingkungan. Maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: (1) Berapa

tingkat getaran tanah yang dihasilkan dari kegiatan peledakan yang dilakukan? (2) Parameter apa yang menentukan tingkat getaran akibat kegiatan peledakan? (3) Berapa muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan? Teknik pengambilan data dilakukan secara langsung di lapangan dengan melakukan pengukuran getaran tanah menggunakan alat Micromate. Diperoleh jumlah data sebanyak 20 dengan berbagai variasi jarak. Adapun Teknik analisis yang digunakan adalah hubungan terhadap variabel bebas dan terikat. Analisis getaran dilakukan berdasarkan pada hubungan *Peak Vector Summary* (PVS) dan *Scaled Distance* (SD) untuk mendapatkan nilai konstanta K dan e- untuk selanjutnya dapat mengetahui besarnya muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda yang masih dapat digunakan. Hasil dari penelitian ini adalah (1) hasil pengukuran yang didapatkan di lokasi penelitian yaitu 0,4 - 1,167 mm/s. (2) faktor yang menentukan tingkat getaran tanah adalah jenis gelombang transversal, jarak dan muatan bahan peledak, (3) penggunaan bahan peledak masih dapat ditingkatkan untuk mendapatkan hasil peledakan yang lebih optimal, pada jarak 700 meter dengan batasan PPV 2 mm/s dapat menggunakan 169 kg sedangkan untuk batasan PPV 3 mm/s dapat menggunakan 277 kg.

Kata Kunci: Getaran Tanah, Bahan Peledak, Jarak.

1. Pendahuluan

Kegiatan peledakan merupakan salah satu proses penambangan untuk menggali batuan penutup. Kegiatan peledakan dapat menghasilkan dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu dampak buruk yang sering terjadi adalah *ground vibration*. Apabila getaran melampaui ambang batas yang ditentukan, maka dapat mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur yang berada di daerah sekitar peledakan. Hal tersebut menunjukkan pentingnya suatu pengawasan terhadap getaran tanah dari hasil kegiatan peledakan yang dilakukan agar tetap dalam keadaan aman dan tidak merusak lingkungan.

Penelitian ini dilakukan pada Desa Tanjung Nanga dikarenakan dekatnya jarak antara pusat peledakan terhadap desa tersebut. Jarak paling kritis dari pusat peledakan adalah 700 meter, akibatnya terdapat laporan dari masyarakat karena getaran yang dihasilkan dapat terasa sampai pemukiman dan dikhawatirkan dapat merusak infrastruktur terkait getaran yang tidak sesuai dengan SNI 7571 Tahun 2010.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7571 Tahun 2010 terdapat pengkelasan jenis bangunan dan tingkat getaran tanah maksimum yang dapat diterima oleh bangunan. Menanggapi persoalan tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian mengenai kajian getaran peledakan terhadap ambang batas getaran yang dihasilkan dan penggunaan bahan peledak optimum berdasarkan jarak aman terhadap bangunan di sekitarnya. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sebagai berikut.

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

2. Landasan Teori

Peledakan adalah suatu kegiatan pembongkaran atau pemberaian pada batuan yang sifat materialnya adalah masif. Kegiatan peledakan dilakukan apabila alat mekanis tidak mampu untuk melakukan pembongkaran atau pemberaian. Kegiatan peledakan pun dapat menjadi salah satu pertimbangan apabila penggalian dengan menggunakan alat mekanis tidak efektif dan

efisien. Pada kegiatan peledakan terdapat beberapa faktor yang perlu untuk diperhatikan agar kegiatan yang dilakukan berhasil sesuai dengan rencana (Engineering Rock Blasting Operation, Sushil Bhandari, 1997) diantaranya yaitu :

1. Karakteristik bahan peledak yang digunakan.
2. Kekerasan massa batuan.
3. Memperhatikan geometri peledakan.
4. Menjalankan prosedur operasional standar yang sudah ditetapkan.

Menurut Rosenthal & Marlock (1987) *ground vibration* atau yang dikenal sebagai getaran tanah akibat hasil peledakan merupakan gelombang yang bergerak dalam tanah akibat adanya sumber energi yang dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau aktivitas manusia. Getaran tanah terjadi pada daerah elastis (*elastic zone*) yang diakibatkan oleh adanya *stress wave* (*body wave*) yang merambat melalui massa batuan. *Stress wave* ini dapat terbentuk karena *elastic deformation* akibat pelepasan energi peledakan. Gerakan hasil peledakan terbagi menjadi tiga yaitu

1. Gerakan longitudinal (radial) adalah gerakan partikel searah dengan perambatan getaran.
2. Gerakan transversal (tangensial) adalah gerakan partikel tegak lurus horizontal dengan perambatan getaran
3. Gerakan vertikal adalah gerakan partikel tegak lurus vertikal dengan perambatan getaran.

Tingkat getaran tanah di analisis dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia Nomor 7571 Tahun 2010 yang di dasarkan pula terhadap kelas bangunan dengan nilai *Peak Vector Summary* (PVS) yang diperbolehkan. Seperti yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Tingkat Getaran Terhadap Bangunan (SNI 7571 Tahun 2010)

Kelas	Jenis Bangunan	Peak Vector Summary
		mm/s
1	Bangunan kuno yang dilindungi undang-undang benda cagar budaya (undang-undang No.6 1992).	2
2	Bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan fondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen	3
3	Bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen yang diikat dengan <i>slope</i> beton	5
4	Bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen yang diikat dengan <i>slope</i> beton, kolom dan rangka diikat dengan ring balk	7 - 20
5	Bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen yang diikat dengan <i>slope</i> beton, kolom dan rangka diikat dengan rangka baja	12 - 40

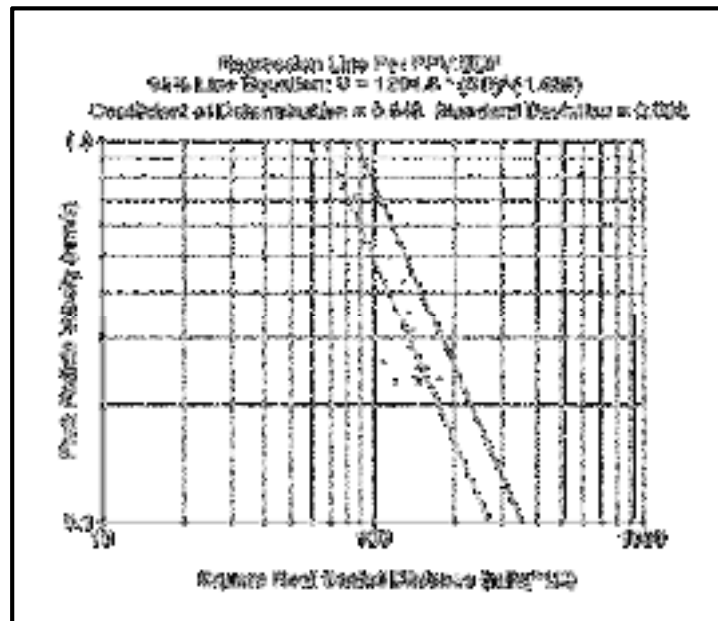
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Lokasi kegiatan perekaman getaran dilakukan di luar tambang tepatnya di Desa Tanjung Nanga. Berdasarkan pada acuan baku mutu tingkat getaran tanah Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571 Tahun 2010 batasan nilai PVS adalah 3 mm/s. Penentuan tersebut didasarkan atas bangunan kelas 2 yaitu bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan fondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen. Namun batasan nilai yang ditentukan oleh SNI 7571 Tahun 2010 memiliki perbedaan terhadap batasan nilai yang di tentukan oleh perusahaan. yaitu sebesar 2 mm/s



Gambar 1. Kondisi Bangunan Rumah Kayu Desa Tanjung Nanga

Penentuan nilai konstanta peledakan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Software Blastware*, data yang di *input* pada *Software* antara lain jarak titik pengukuran dengan lokasi peledakan, total muatan bahan peledak per delay dan nilai *Peak Particle Velocity* yang didapatkan dari hasil pengukuran getaran tanah dalam satuan mm/s. Data tersebut di *input* pada *tools Scaled Distance*, kemudian dilakukan penentuan grafik SD sehingga akan dihasilkan grafik regresi linier berganda yang menunjukkan nilai konstanta (e dan K).



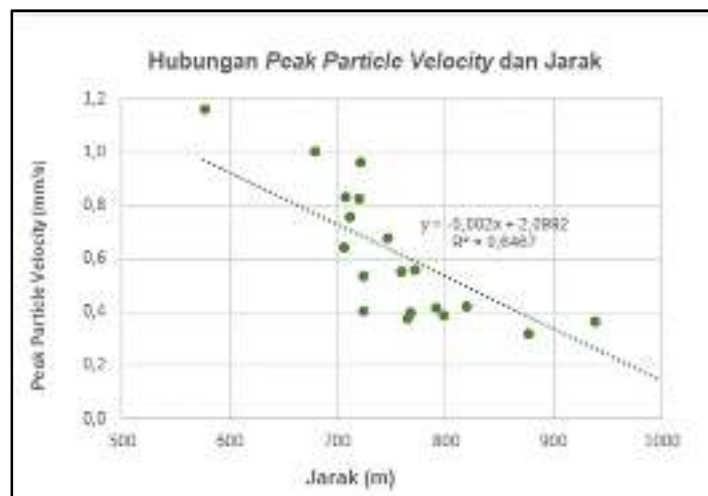
Gambar 2. Hubungan PPV Terhadap SD

Berdasarkan hasil pengolahan data terhadap hubungan dari Scaled Distance dan PPV nilai konstanta K yang didapatkan adalah 1294,5 dengan nilai e sebesar -1.63, sehingga dari kurva tersebut didapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dengan SD yaitu $V = 1294,5 (SD)^{-1.63}$. Konstanta tersebut dapat memprediksi nilai *Peak Particle Velocity*. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan dari pengolahan data dengan menggunakan *Software Blastware* adalah 0,648, hal ini menyatakan bahwa nilai PPV ditentukan 64% oleh nilai Scaled Distance dan 36% sisanya merupakan faktor-faktor yang tidak diketahui tingkat hubungan dari kedua variabel tersebut adalah kuat. Dari nilai konstanta yang telah didapatkan selanjutnya dibawah ini merupakan nilai getaran prediksi yang dihasilkan berdasarkan hasil pengolahan data.

Tabel 2. Hasil Pengolah Data Getaran Prediksi

No.	Jarak (m)	PPV (mm/s)	Jarak (m)	PPV (mm/s)	Jarak (m)	PPV (mm/s)	Jarak (m)	PPV (mm/s)
Rata-rata		62	724,3	0,73	62	0,73	62	0,73

Hubungan Peak Particle Velocity (PPV) dan Jarak



Gambar 3. Hubungan PPV Terhadap Jarak

Jarak menjadi salah satu faktor yang dapat menentukan besarnya tingkat getaran. Jarak yang dimaksud merupakan jarak dari pusat peledakan menuju lokasi pengukuran getaran. Hubungan ini ditunjukkan oleh Gambar 2, dengan menggunakan persamaan linear, sumbu X merupakan jarak pengukuran sedangkan sumbu Y adalah nilai *Peak Particle Velocity* aktual yang didapatkan. Koefisien determinasi yang dihasilkan adalah $R^2=0,6467$ yang menandakan getaran tanah sebesar 64,67% dipengaruhi oleh jarak, kedua variabel tersebut termasuk pada tingkat hubungan yang kuat. Analisis yang dapat diambil dari grafik hubungan jarak dengan PPV menunjukkan semakin kecilnya jarak antara titik pusat peledakan dengan titik pengukuran maka akan semakin besar getaran yang dihasilkan dan semakin besar jarak maka akan semakin kecil nilai getaran yang dihasilkan. Jarak paling dekat berdasarkan pengukuran adalah 576 meter dengan nilai getaran sebesar 1,2 mm/s sedangkan jarak yang paling jauh adalah 1010,3 dengan nilai getaran 0,4 mm/s.

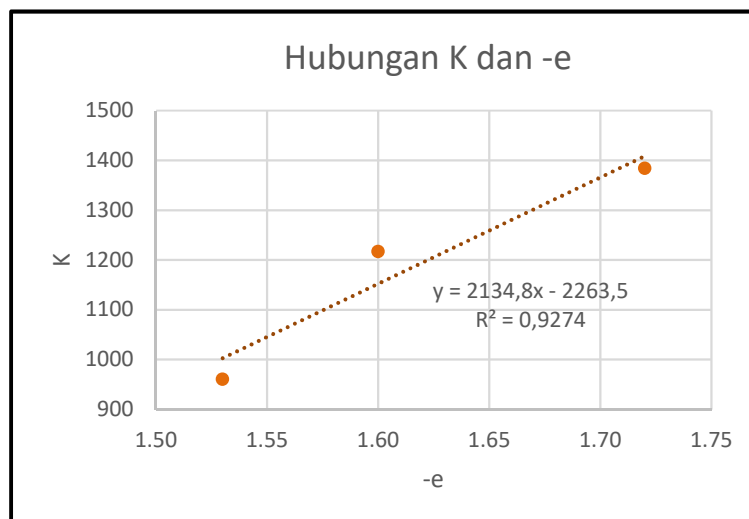
Hubungan Peak Particle Velocity (PPV) dan Muatan Bahan Peledak



Gambar 4. Hubungan PPV Terhadap Muatan Bahan Peledak

Penggunaan bahan peledak adalah salah satu faktor yang dapat menentukan besarnya tingkat getaran yang dihasilkan. Semakin banyak muatan bahan peledak yang meledak secara bersamaan maka akan semakin besar energi yang dihasilkan. Koefisien determinasi yang dihasilkan adalah $R^2=0,6211$ yang menandakan getaran tanah sebesar 62,11% dipengaruhi oleh muatan bahan peledak, kedua variabel tersebut termasuk pada tingkat hubungan yang kuat. Pada Gambar 3 sumbu X merupakan muatan bahan peledak sedangkan sumbu Y adalah nilai *Peak Particle Velocity* yang didapatkan. Kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang berbanding lurus ditunjukkan dengan semakin banyaknya muatan yang digunakan maka getaran yang dihasilkan semakin besar. Muatan bahan peledak paling besar adalah 46 kg/delay dengan nilai getaran sebesar 1,2 mm/s.

Hubungan Konstanta Peledakan Faktor Peluruhan (K) dan Site Exponent (e)



Gambar 5. Hubungan K dan e

Konstanta dan nilai site exponent dalam aktivitas peledakan menentukan besarnya tingkat getaran yang dihasilkan. Semakin besarnya nilai K maka nilai e akan semakin besar. Data yang terdapat pada grafik merupakan nilai regresi yang didapatkan dari ketiga gelombang hasil getaran antara lain gelombang transversal, vertikal dan longitudinal. Kedua variabel

tersebut memiliki hubungan yang sangat kuat ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9274$ yang menandakan besarnya getaran tanah hasil peledakan sebesar 92,74% ditentukan oleh nilai K dan e yaitu hubungannya terhadap karakteristik batuan di lokasi penelitian. Sumbu X merupakan site exponent (e) sedangkan sumbu Y merupakan nilai K. Kedua variabel tersebut berbanding lurus.

Hubungan Peak Particle Velocity (PPV) dan Scaled Distance (SD)

Masing-masing gelombang memiliki konstanta untuk mengetahui besarnya pengaruh dari gelombang yang dihasilkan dalam kegiatan peledakan tersebut. Hubungan tersebut antara lain terdiri dari PPV terhadap gelombang transversal, vertikal dan longitudinal untuk mengetahui masing-masing besarnya nilai gelombang maka dilakukan dengan menggunakan regresi power hal ini disesuaikan dengan bentuk dari rumus PPV, Gelombang getar transversal memiliki nilai K dan e lebih besar, gerakan partikelnya tegak lurus dengan perambatan getaran.

Tabel 3. Rekapitulasi Persamaan Regresi Gelombang Getar

No	Jenis Gelombang	Nilai K	e-	Persamaan PPV
1	Transversal	1382,2	-1,72	$PPV_T = 1384,2 (SD)^{-1,72}$
2	Vertikal	961,4	-1,53	$PPV_V = 961,35 (SD)^{-1,53}$
3	Longitudinal	1217,7	-1,60	$PPV_L = 1217,7 (SD)^{-1,60}$

Penentuan Estimasi Bahan Peledak untuk Batasan PPV 2 mm/s pada berbagai Jarak

Berdasarkan dari batasan nilai PPV menunjukkan nilai yang lebih besar dari nilai PVS sehingga dapat menjadi analisis untuk meningkatkan muatan bahan peledak agar hasil peledakan dapat lebih optimal, untuk mengetahui muatan bahan peledak yang dapat digunakan pada berbagai variasi jarak maka dapat digunakan persamaan di bawah ini untuk batasan PPV 2 mm/s adalah sebagai berikut:

$$W = \left(\frac{1294,5 \times D^{-1,63}}{PPV} \right)^{-1,22}$$

$$W = \left(\frac{1294,5 \times 500^{-1,63}}{2} \right)^{-1,22}$$

$$= 87 \text{ kg}$$

Muatan bahan peledak yang telah diketahui berdasarkan pada jarak yang telah ditentukan selanjutnya dapat diketahui nilai *Peak Particle Velocity* prediksi dengan persamaan dibawah ini, untuk memastikan nilai PPV yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas perusahaan yaitu sebesar 2 mm/s.

$$PPV = 1294,5 \left(\frac{D}{W^{0,5}} \right)^{-1,63}$$

$$PPV = 1294,5 \left(\frac{500}{87^{0,5}} \right)^{-1,63} = 1,959 \text{ mm/s}$$

Dari perhitungan muatan bahan peledak dan *Peak Particle Velocity* prediksi menunjukkan bahwa estimasi muatan bahan peledak yang ditingkatkan menghasilkan nilai PPV yang masih berada di bawah nilai 2 mm/s sehingga muatan bahan peledak layak digunakan untuk aktivitas peledakan selanjutnya.

Tabel 4. Estimasi Muatan Bahan Peledak Maksimum untuk PPV 3 mm/s

K	e	PPV	PPV Prediksi	D	W
		mm/s	mm/s	m	Kg
1294,5	-1,63	2	1,988	100	4
			1,975	200	14
			1,968	300	31
			1,963	400	56
			1,959	500	87
			1,955	600	124
			1,953	700	169
			1,950	800	221
			1,948	900	279
			1,946	1000	344
			1,944	1100	416
			1,943	1200	494
			1,941	1300	579
			1,940	1400	671
1,939	1500	770			

4. Kesimpulan

Peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Tingkat getaran hasil pengukuran yang dilakukan tidak melebihi ambang batas untuk tipe bangunan kelas 2 baik berdasarkan ketentuan yang ditetapkan perusahaan dengan nilai PVS 2 mm/s maupun menurut SNI 7571 Tahun 2010 dengan nilai PVS 3 mm/s, hasil pengukuran yang didapatkan di lokasi penelitian yaitu 0,4 - 1,167 mm/s.
2. Faktor yang menentukan tingkat getaran pada penelitian ini adalah jenis gelombang getar transversal dengan nilai konstanta peledakan terbesar diantara gelombang getar lainnya yaitu $PPV = 1384,2 (SD)-1,72$. Faktor lain yang menentukan tingkat getaran adalah jarak dan muatan bahan peledak, semakin banyak muatan bahan peledak maka tingkat getaran semakin besar dan semakin dekat jarak maka akan semakin besar tingkat getaran yang dihasilkan.
3. Berdasarkan hasil perbandingan PPV aktual dan prediksi menunjukkan bahwa nilai PPV prediksi lebih besar dari aktual, sehingga muatan bahan peledak yang digunakan masih dapat ditingkatkan untuk mendapatkan hasil peledakan yang lebih optimal, pada jarak 700 meter dengan batasan PPV 2 mm/s dapat menggunakan 169 kg sedangkan untuk batasan PPV 3 mm/s dapat menggunakan 277 kg.

5. Saran

1. Hasil getaran yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas sehingga dapat melakukan pengaturan terhadap muatan bahan peledak optimum yang digunakan agar dapat meningkatkan produksi dan hasil fragmentasi yang baik.
2. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan memperhatikan struktur yang terdapat di lokasi penelitian.
3. Dilakukan kalibrasi alat Micromate dalam setiap kali pengukuran getaran.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2010, "Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan", SNI 7571, Bandung : BSN.
- [2] Anonim, 2003, "BlastMate III Operator Manual, Canada", Instatel Inc.
- [3] Ash, RL. (1990), "Design of Blasting Round Surface Mining", Society for Mining Metallurgy and Exploration, Inc.
- [4] Birol, Eevli and Ercan, Arvaz. 2010, "Evaluation Of Parameters Affected On The Blast Induced Ground Vibration (BIGV) by Using Relation Diagram Method (RDM)", Ondokuz Mayıs University, Industrial Engineering Dpt, Samsun, Turkey.
- [5] Bhandari, S. 1997, "Engineering Rock Blasting Operation", Taylor & Francis.
- [6] Dwihandoyo Marmer, 2012, "Short Course Ground Vibration, Getaran dan Airblast Peledakan", Bandung.

- [7] Fogelson, Duvall, 1962, “Ground Vibration, USBM”, Washington DC.
- [8] Juanda, Juju, 2014, “Dyno Nobel Persentation”, PT DNX Indonesia, Jakarta.
- [9] Konya, C.J., and Walter, E.J. 1990, “Surface Blast Design”, New Jersey.
- [10] Yuliadi, 2011, “Tesis Kajian Prediksi Peak Particle Velocity Akibat Peledakan di Kuari D Tambang Batu Gamping PT Indocement Tunggal Prakarsa Citeureup Bogor”, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.