

**ANALISIS *GROUND VIBRATION* PADA KEGIATAN PELEDAKAN
BATUAN PENUTUP YANG AMAN TERHADAP BANGUNAN PADA
PT. RINJANI KARTANEGARA SITE BAKUNGAN
KECAMATAN LOA JANAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Sundoyo ¹, Kadek Ayu Lande ²

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the amount of ground vibration that can be accepted by the building with a certain distance. While the goal is to measure the value of the vibration of the ground (ground vibration) the result of blasting activities with the parameters of peak particle velocity (PPV), which consists of a transverse, vertical and longitudinal, predicting the value of the peak particle velocity on blasting activities the next, and Determine the distance and stuffing maximum material explosives per delay by the safe limit ground vibrations.

The research activities carried out is by collecting measurement data, stuffing explosives per delay, the distance between measurement locations to the blasting location and other technical data that will be used to predict ground shaking in the next detonation.

The research results using peak particle velocity equation with the equation of the United State Bureau Of Mines. At the blasting activities during the month of December 2016 until February 2017 average values obtained constants / site factor of $K = 2813.767$ and $m = -1.6$ with vibration generated remained at safe levels based on ISO 7571 in 2010. Constant value is used as a reference in the calculation of ground vibration during December 2016 - February 2017 actual equation $PPV = (0.6 \text{ to } 1.44) PPV$ predictions. From the analysis of the scaled distance of ground vibration obtained $SD = 38$ for the predicted amount of explosives per delay stuffing with a variety of different distances. Based on a scaled prediction calculation specified distance of ground vibration, the value to be obtained in subsequent blasting proven safe to the criteria of class building 5 SNI 7571 amounted to $3.53 \text{ mm / s} \leq \text{actual } PPV \leq 12 \text{ mm / s}$.

Keyword : Ground Vibration, Blasting, Scale Distance, United State Bureau Of Mines, Peak Particle Velocity

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

PT. Rinjani Kartanegara adalah merupakan perusahaan tambang batubara yang menggunakan metode peledakan *overburden* dalam mencapai target produksi. Di mana metode peledakan yang digunakan ialah metode non elektrik.

Kegiatan pembongkaran *overburden* dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan. Energi yang dihasilkan bahan peledak akan ditransmisikan ke dalam massa batuan sehingga batuan tersebut terberaikan. Semakin besar energi yang ditransmisikan ke dalam massa batuan, semakin kecil ukuran fragmentasi yang dihasilkan oleh proses peledakan tersebut. Namun pada kenyataannya, selain memberikan efek hancuran pada batuan, energi yang dihasilkan dari suatu operasi peledakan ini juga menimbulkan efek yang kurang menguntungkan. Salah satu diantaranya adalah dengan menghasilkan *ground vibration* atau getaran tanah.

Daerah peledakan PT. Rinjani Kartanegara ini sesuai dengan kemajuan penambangannya semakin lama semakin mendekati area *workshop* PT. Cipta Kridatama. Aktivitas peledakan di sekitar area tersebut cukup tinggi, sehingga efek yang ditimbulkan akibat kegiatan peledakan harus lebih diperhatikan agar tidak berdampak buruk terhadap area tersebut. Hal ini membuat perusahaan terkait untuk terus melakukan kontrol *ground vibration* pada setiap proses peledakan yang dilakukan dengan mengacu pada SNI 7571 tahun 2010.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

- a. Mengukur besarnya nilai getaran tanah (*ground vibration*) hasil kegiatan peledakan di PT. Rinjani Kartanegara dengan parameter *peak particle velocity* (PPV) yang terdiri dari *transversal*, *vertical* dan *longitudinal*.
- b. Memprediksi besarnya nilai *peak particle velocity* pada kegiatan peledakan berikutnya.
- c. Menentukan jarak dan isian maksimum bahan peledak per *delay* berdasarkan batas aman getaran tanah.

3. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Adanya pengaruh faktor getaran tanah yang disebabkan dari energi sisa peledakan.
- b. Membuat persamaan *Peak Particle Velocity* (PPV) untuk prediksi pada kegiatan peledakan selanjutnya.
- c. Penentuan jumlah lubang ledak yang meledak serentak/ bersamaan dengan *software shotplus-i*.

4. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan mencari bahan pustaka yang menunjang penelitian baik di perpustakaan maupun di media *online*.

b. Observasi Lapangan

Dilakukan sebagai pengamatan terhadap kondisi sebenarnya di lapangan yang akan dijadikan bahan acuan dalam melaksanakan penelitian dan penulisan laporan.

c. Pengambilan data

Maksud dari pengambilan data adalah melakukan pengamatan langsung dilapangan mengenai pemboran dan peledakan *overburden* serta data penunjang dari dokumen perusahaan yang telah ada sebelumnya. Selain itu pula dilakukan pengukuran *ground vibration* hasil dari peledakan tersebut secara langsung di lapangan. Data yang digunakan dalam proses penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

1. Data primer, ialah sesuatu yang dapat dijadikan salah satu penunjang dalam penelitian. Kondisi yang didapatkan di lapangan dengan mengamati objek secara langsung maupun tidak langsung. Data tersebut masih memerlukan pengolahan maupun uji lebih lanjut sebelum dijadikan data yang otentik. Adapun data primer ialah sebagai berikut :

- Perlengkapan dan peralatan peledakan
- Kedalaman lubang ledak
- Isian bahan peledak per *delay*
- Dokumentasi di lapangan
- Data *ground vibration* (PPV aktual)

2. Data sekunder, ialah sesuatu yang dapat dijadikan sebagai penunjang dalam penelitian, yang diambil atau didapatkan dari penelitian terdahulu tanpa harus diolah atau melakukan uji lebih lanjut, seperti :

- *Road blocker map*
- Struktur daerah penelitian
- *Daily plan blasting* (geometri peledakan)

d. Pengolahan data

Data- data yang telah didapatkan baik data primer maupun data sekunder selanjutnya dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan dalam suatu proses tertentu.

e. Kesimpulan

Dilakukan korelasi antara hasil analisis data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti. Dan diharapkan didapat sebuah kesimpulan yang selanjutnya dapat dijadikan sebuah rekomendasi untuk perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama kegiatan peledakan PT. Rinjani Kartanegara adalah untuk memberai lapisan tanah penutup (*overburden*), sehingga dapat meningkatkan produktifitas pemuatan yang dilakukan alat gali muat dan tercapainya target produksi pemindahan *overburden*.

Kegiatan peledakan dapat menimbulkan efek terhadap lingkungan jika tidak dikontrol dengan baik. Geometri dan pola peledakan harus disesuaikan dengan keadaan di lapangan, karena hal tersebut dapat mempengaruhi efek terhadap lingkungan terutama getaran tanah (*ground vibration*).

Kegiatan penambangan batubara yang dilakukan di Pit 700 untuk *overburden* dikerjakan oleh PT. Cipta Kridatama dengan sub kontraktor bahan peledak oleh PT. Dahana Persero.

a. Pengukuran Getaran Tanah

Getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis. Getaran tanah terjadi akibat tegangan (karena peledakan) yang diterima material lebih kecil dari kekuatan material sehingga hanya menyebabkan perubahan bentuk dan volume. Sesuai dengan sifat elastis material maka bentuk dan volumenya akan kembali ke keadaan semula setelah tidak ada tegangan yang bekerja.

Getaran tanah akibat peledakan dapat diminimalisir dengan memperhatikan muatan bahan peledak yang diledakkan dalam satu *delay* dan jarak dari titik yang dilindungi. Cara yang praktis dan efektif untuk mengontrol getaran adalah dengan menggunakan *scaled distance* (SD), sehingga memungkinkan para pelaksana di lapangan dapat menentukan dengan cepat berapa muatan maksimum yang diijinkan dalam satu *delay* untuk jarak tertentu dari bangunan terdekat.

1. Bangunan *Workshop*

Workshop PT. Cipta Kridatama merupakan bangunan terdekat dari lokasi peledakan yang digunakan sebagai tempat perbaikan alat-alat berat maupun sarana yang sedang *breakdown*. Lantai dasar *workshop* menggunakan pondasi, dindingnya terbuat dari susunan bata dan adukan semen sedangkan kolom dan rangka menggunakan baja.

2. Pengukuran Getaran Tanah (*Ground Vibration*) Di Lapangan

Alat ukur getaran tanah yang digunakan adalah *blastmate III*. Alat ini mempunyai dua fungsional untuk menangkap dan merekam efek energi sisa dari aktivitas kegiatan peledakan. Dua fungsional itu meliputi perekaman getaran yang disebabkan oleh hantaran gelombang seismik pada tubuh batuan, dengan arah perambatan getaran *longitudinal*, *transversal*, dan *vertical*. Data getaran yang dikeluarkan oleh alat *blastmate III* adalah sebagai berikut :

- *Peak particle velocity* (PPV)
- *Peak particle acceleration* (PPA)
- *Peak displacement*
- Frekuensi (f)



Gambar 1.1 Alat Pengukur Getaran Tanah

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran *Peak Particle Velocity* Selama Penelitian

No	Tanggal	Lokasi	D (m)	W (Kg)	Peak Particle Velocity (mm/s)			PVS
					Trans	Vert	Long	
1	19-Des-16	IB S 700	1293	352	1,08	0,571	0,905	1,1
2	20-Des-16	IB S 500	1346	280	1,06	0,524	0,968	1,2
3	21-Des-16	IB S 400	1405	335	0,413	0,27	2,11	2,12
4	22-Des-16	IB S 700	1044	235	3,08	4,73	5,7	6,01
5	24-Des-16	IB S 600 & 700	1275	190	0,889	0,508	0,905	1,24
6	26-Des-16	IB S 500 & IB S 600	1307	269	2,4	2,76	2,83	3,14
7	27-Des-16	IB S 500, 600, 700	1255	398	1,38	0,222	1,33	1,89
8	28-Des-16	IB S 700	1155	222	1,62	1,03	1,13	1,77
9	29-Des-16	IB S 500	1421	155	2,24	1,73	2,05	3,08
10	30-Des-16	IB S 400	1298	108	3,08	1,44	2,06	3,68
11	04-Jan-17	IB S 400	1383	140,6	1,29	1,44	2,13	2,42
12	06-Jan-17	IB S 600 & 700	1196	443	2,44	1,37	3,02	3,19
13	08-Jan-17	IB S 700	1184	353,4	4,35	2,33	4,54	4,83
14	10-Jan-17	IB S 700	1318	310	0,714	1,41	2,52	2,53
15	11-Jan-17	IB S 500	1393	382,8	3,68	3,41	2,79	3,91
16	13-Jan-17	IB S 500	1306	194,5	0,0635	1,98	4,16	4,19
17	14-Jan-17	IB S 600 & 700	1246	125,5	2,87	3,44	3,29	5,56
18	16-Jan-17	IB S 500	1270	406,6	0,984	0,444	1,3	1,42
19	17-Jan-17	IB S 400 & 500	1262	228	2,49	1,64	2,6	2,89

Lanjutan tabel 1.1

20	19-Jan-17	IB S 600 & 700	1289	223,4	0,0476	0,857	2,71	2,75
21	20-Jan-17	IB S 700	1155	310,1	4,14	3,06	4,95	6,06
22	21-Jan-17	IB S 400 & 500	1344	220,9	1,98	0,43	3,04	3,54
23	22-Jan-17	IB S 500	1476	281,2	1,4	0,873	1,05	1,55
24	23-Jan-17	IB S 500	1233	272,3	2,21	1,76	2,84	3,11
25	24-Jan-17	IB S 600	1298	411,6	1,79	0,524	1,14	2,15
26	27-Jan-17	IB S 500 & IB S 600	1432	171	1,06	0,444	1,19	1,51
27	30-Jan-17	IB S 500	1394	437	2,33	2,57	3,13	3,4
28	03-Feb-17	IB S 400	1234	452	2,67	2,03	3,91	4,1
29	04-Feb-17	IB S 700	1308	284,7	2,14	1,48	2,92	3,35
30	05-Feb-17	IB S 400	1243	198,5	0,0635	0,619	1,73	1,78

b. Analisis Hasil Pengukuran *Ground Vibration*

Sebelum peledakan dilakukan, PT. Cipta Kridatama melakukan perhitungan *ground vibration* secara teori dengan data-data peledakan yang direncanakan. Akan tetapi, hasil prediksi dengan aktual di lapangan terdapat perbedaan. Rumus yang digunakan adalah :

$$PPV = K \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1,6}$$

Dimana K (konstanta) yang digunakan bernilai 5000. Konstanta ini biasa digunakan jika peledakan dilakukan dengan tertutup (bahan peledak ditutupi material *stemming* secara baik). Namun dari hasil pengukuran yang diperoleh diketahui terdapat selisih yang cukup besar antara nilai prediksi dengan nilai aktual, untuk itu nilai K diganti dengan menggunakan rumus berikut :

$$K = PPV / \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1,6}$$

Sebagai contoh pada tanggal 19 Desember 2016 dilakukan peledakan dan diperoleh hasil pengukuran *ground vibration* sebesar 0,905 mm/s dengan jarak dari lokasi peledakan 1293 meter dengan pemakaian handak sebesar 352 kg/delay, maka dapat diperoleh nilai K sebagai berikut :

$$K = 0,905 / \left(\frac{1293}{\sqrt{352}} \right)^{-1,6} = 790,6278$$

Adapun hasil perhitungan K rata-rata selama penelitian sebesar 2813,767. Nilai K rata-rata yang diperoleh dari data diatas kemudian digunakan untuk menghitung prediksi getaran tanah pada peledakan selanjutnya, sebagai contoh dilakukan peledakan pada tanggal 20 Desember 2016 dengan jarak peledakan 1346 meter dari lokasi pengukuran dengan isian bahan peledak sebesar 280 kg. Prediksi nilai getaran yang akan muncul adalah :

$$\begin{aligned} PPV_{\text{prediksi}} &= K \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1,6} \\ &= 2813,767 \left(\frac{1346}{280} \right)^{-1,6} \end{aligned}$$

$$= 2,52 \text{ mm/s}$$

Dengan rumus yang sama dilakukan perbandingan antara nilai *ground vibration* aktual dengan prediksi hasil pengukuran sebanyak 30 data dan didapatkan *range* atau nilai kisaran akurasi *ground vibration* prediksi yakni akurasi minimum sebesar 0,60% dan akurasi maksimum 1,44% dengan persamaan dibawah ini :
 PPV aktual = (0,60- 1,44) PPV prediksi.

Perbandingan antara PPV hasil pengukuran aktual lapangan dengan hasil perhitungan prediksi contoh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PPV prediksi} &= K \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1,6} \\ &= 2813,767 \left(\frac{1405}{\sqrt{335}} \right)^{-1,6} \\ &= 2,71 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PPV aktual} &= (0,60 - 1,44) \text{ PPV prediksi} \\ &= (0,60 - 1,44) 2,71 \\ &= 1,44 - 12 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

Ketidaksesuaian beberapa data terhadap perhitungan prediksi dimungkinkan terjadi akibat kendala-kendala sebagai berikut :

- Akurasi data jarak
- Jumlah Muatan Bahan Peledak Per *Delay*
- Faktor lainnya yang tidak dapat dikontrol

c. Analisis *Ground Vibration Terhadap Scaled Distance*

Scaled Distance merupakan perbandingan antara jarak dari lokasi pengukuran ke titik peledakan dengan jumlah bahan peledak yang digunakan pangkat seperdua. Hubungan antara *scaled distance* dengan *ground vibration* adalah berbanding terbalik yakni semakin besar SD maka semakin kecil PPV. Persamaannya sebagai berikut :

$$SD = \frac{D}{\sqrt{W}}, \text{ dan } PPV = K.(SD)^{-1,6}$$

Tabel 1.2 Perhitungan *Scaled Distance* selama penelitian

No	Tanggal	Lokasi	D (m)	W (Kg)	SD	PPV aktual (mm/s)
1	19-Des-16	IB S 700	1293	352	68,917	0,905
2	20-Des-16	IB S 500	1346	280	80,439	0,968
3	21-Des-16	IB S 400	1405	335	76,763	2,11
4	22-Des-16	IB S 700	1044	235	68,103	5,7
5	24-Des-16	IB S 600 & 700	1275	190	92,498	0,905
6	26-Des-16	IB S 500 & IB S 600	1307	269	79,689	2,83
7	27-Des-16	IB S 500, 600, 700	1255	398	62,907	1,33
8	28-Des-16	IB S 700	1155	222	77,519	1,13
9	29-Des-16	IB S 500	1421	155	114,137	2,05

Lanjutan Tabel 1.2

10	30-Des-16	IB S 400	1298	108	124,900	2,06
11	04-Jan-17	IB S 400	1383	140,6	116,635	2,13
12	06-Jan-17	IB S 600 & 700	1196	443	56,824	3,02
13	08-Jan-17	IB S 700	1184	353,4	62,982	4,54
14	10-Jan-17	IB S 700	1318	310	74,857	2,52
15	11-Jan-17	IB S 500	1393	382,8	71,198	2,79
16	13-Jan-17	IB S 500	1306	194,5	93,645	4,16
17	14-Jan-17	IB S 600 & 700	1246	125,5	111,223	3,29
18	16-Jan-17	IB S 500	1270	406,6	62,983	1,3
19	17-Jan-17	IB S 400 & 500	1262	228	83,578	2,6
20	19-Jan-17	IB S 600 & 700	1289	223,4	86,241	2,71
21	20-Jan-17	IB S 700	1155	310,1	65,589	4,95
22	21-Jan-17	IB S 400 & 500	1344	220,9	90,428	3,04
23	22-Jan-17	IB S 500	1476	281,2	88,019	1,05
24	23-Jan-17	IB S 500	1233	272,3	74,720	2,84
25	24-Jan-17	IB S 600	1298	411,6	63,979	1,14
26	27-Jan-17	IB S 500 & IB S 600	1432	171	109,508	1,19
27	30-Jan-17	IB S 500	1394	437	66,684	3,13
28	03-Feb-17	IB S 600	1234	452	58,042	3,91
29	04-Feb-17	IB S 700	1308	284,7	77,520	2,92
30	05-Feb-17	IB S 400	1243	198,5	88,225	1,73

Dari tabel diatas diketahui rata-rata $SD > 50$ dan berdasarkan USBM, SD dengan nilai 50 juga telah dapat dikatakan aman Namun dikhawatirkan dilapangan dengan SD 50, *ground vibration* yang didapat masih beresiko melewati batas aman 12 mm/s, maka pada perhitungan dibawah dengan menggunakan persamaan yang diperoleh sebelumnya, dilakukan perhitungan terbalik untuk mendapatkan berapa nilai *ground vibration* prediksi maksimal yang sesuai dengan persamaan untuk kemudian dapat dihitung pula berapa *scaled distance* yang akan diterapkan dalam perhitungan selanjutnya.

$$\begin{aligned}
 \text{PPV actual} &= (0,60- 1,44) \text{ PPV prediksi} \\
 \text{PPV aktual maks} &= (1,44) \text{ PPV prediksi} \\
 12 \text{ mm/s} &= (1,44) \text{ PPV prediksi} \\
 \text{PPV prediksi} &= 8,33 \text{ mm/s} \\
 \text{PPV} &= K (SD)^{-1,6} \\
 8,33 \text{ mm/s} &= 2813,767.(SD)^{-1,6} \\
 \text{SD} &= 38,05 \sim 38
 \end{aligned}$$

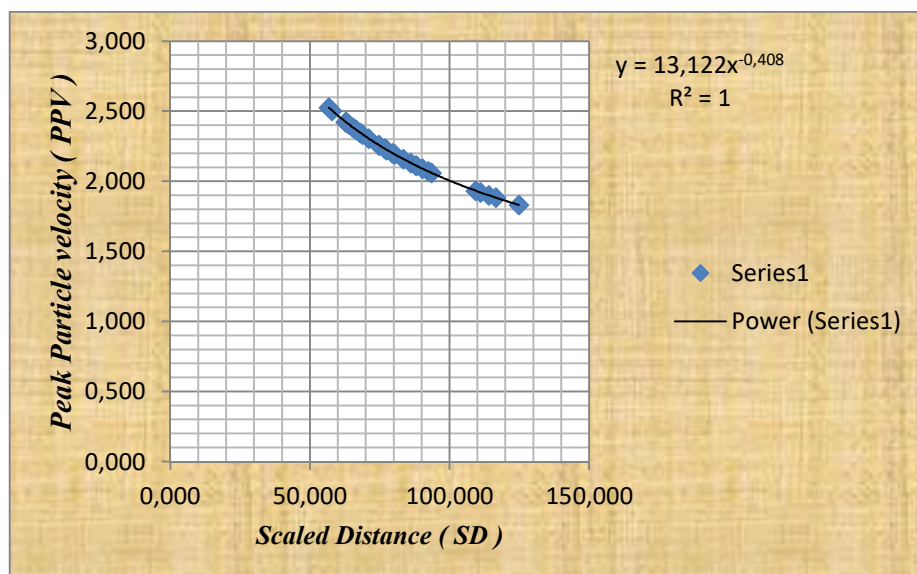
Dengan menggunakan $SD = 38$, saat diketahui berapa muatan maksimal bahan peledak per *delay* dengan *ground vibration* masih berada dibawah 12 mm/s.

$$SD = \frac{D}{\sqrt{W}} \longrightarrow 38 = \frac{200}{\sqrt{W}} = W = 27,7 \text{ kg}$$

Tabel 1.3 Prediksi isian handak dengan variasi jarak dan SD = 38

No	PPV	SD	D	W
	mm/s	m/kg ^{0,5}	(m)	(kg)
1	12	72	200	7,716049383
2	12	72	400	30,86419753
3	12	72	600	69,44444444
4	12	72	800	123,4567901
5	12	72	1000	192,9012346
6	12	72	1200	277,7777778
7	12	72	1400	378,0864198
8	12	72	1600	493,8271605
9	12	72	1800	625
10	12	72	2000	771,6049383
11	12	72	2200	933,6419753

Hubungan antara *scaled distance* dan *peak particle velocity* yaitu semakin besar nilai PPV maka akan semakin kecil nilai dari *scaled distance*. Sebaliknya apabila nilai PPV kecil nilai *scaled distance* akan semakin besar. Berikut dijelaskan dalam bentuk grafik dibawah ini.

Gambar 1.2 Grafik *scaled distance* terhadap PPV

d. Prediksi Perhitungan *Scaled Distance* dan PPV

Nilai perbandingan jarak dengan isian jumlah bahan peledak ini dapat digunakan sebagai perencanaan sebelum melakukan kegiatan peledakan selanjutnya. Tujuannya agar mampu menghasilkan getaran yang tidak melebihi batas maksimal kemampuan bangunan.

Berikut perhitungan prediksi *scaled distance* dengan variasi jarak dan muatan bahan peledak : $PPV = K \cdot \left(\frac{D}{\sqrt{W}}\right)^{-1,6}$

$$\begin{aligned} &= 2813,767 \cdot \left(\frac{1178}{\sqrt{107,77}}\right)^{-1,6} \\ &= 2813,767 \times 113,474 \\ &= 1,45 \text{ mm/s} \end{aligned}$$

Tabel 1.4 Perhitungan Prediksi *Scaled Distance*

NO	D	W	K	SD	PPV	Kesesuaian terhadap prediksi	Kriteria getaran terhadap jenis bangunan kelas 5 pada SNI 7571
	(m)	(kg)			Prediksi (mm/s)		
1	1178	107,77	2813,767	113,474	1,450	Sesuai Prediksi	Aman
2	1176	222,2		78,89242	2,594	Sesuai prediksi	Aman
3	1263	376,6		65,08234	3,530	Sesuai prediksi	Aman
4	1265	342		68,40337	3,260	Sesuai prediksi	Aman
5	1421	247		90,41606	2,086	Sesuai prediksi	Aman
6	1250	244,8		79,89219	2,543	Sesuai prediksi	Aman
7	1463	426,8		70,81612	3,084	Sesuai prediksi	Aman

Pada tabel diatas ditunjukkan bahwa selama periode perhitungan prediksi nilai *ground vibration* yang diperoleh masih sesuai prediksi dan aman terhadap kriteria bangunan kelas 5 SNI 7571.

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil penelitian selama sebulan di PT. Rinjani Kartanegara dengan area penambangan pit 700, maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Hasil pengukuran getaran tanah yang didapatkan selama bulan Desember 2016 sampai Februari 2017 sebesar :

- *Peak particle velocity transversal* sebesar 0,0476 mm/s – 4,35 mm/s.
 - *Peak particle velocity vertical* sebesar 0,222 mm/s – 4,73 mm/s.
 - *Peak particle velocity longitudinal* sebesar 0,905 mm/s – 5,7 mm/s.
2. Dari perhitungan menggunakan hasil pengukuran *ground vibration* diperoleh nilai K rata-rata sebesar 2813,767, nilai tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan nilai *peak particle velocity* peledakan berikutnya, dengan jarak lokasi peledakan 1044 meter dan isian bahan peledak 235 kg kemudian dimasukkan ke dalam perumusan *United State Bureau Of Mines* diperoleh nilai prediksi PPV sebesar 2,71 mm/s dengan aktual peledakan PPV 2,11 mm/s sehingga nilai prediksi tersebut masih terbukti aman dengan kriteria bangunan kelas 5 SNI 7571 tahun 2010.
 3. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *scaled distance* = 38, nilai tersebut kemudian digunakan untuk menentukan jumlah isian bahan peledak dengan formulasi jarak = 1000 meter dengan PPV = 12 mm/s prediksi batas aman jumlah isian bahan peledak yang mampu diterima oleh bangunan adalah sebesar 692,5 kg/delay.

b. Saran

1. Pengukuran jarak antara lokasi peledakan dengan titik pengukuran di lapangan sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan kondisi permukaan sehingga akurasi data perhitungan *ground vibration* prediksi meningkat.
2. Pengukuran sebaiknya dilakukan di tempat- tempat yang berbeda agar data yang didapat lebih bervariasi dan dapat dijadikan acuan perhitungan.
3. Penentuan jumlah muatan bahan peledak yang digunakan per *delay* sebaiknya ditentukan berdasarkan *scaled distance*, sehingga getaran peledakan dapat dikontrol secara berkala.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang seberapa besar tingkat kekerapan aktifitas peledakan berpengaruh terhadap nilai *ground vibration*.
5. Agar meminimalisir terjadinya getaran tanah yang dapat menimbulkan efek negatif sebaiknya lebih memperhatikan faktor- faktor berupa jumlah isian handak, jarak peledakan, serta *delay* yang digunakan agar terhindar dari lubang yang meledak bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). “ *Baku Tingkat Getaran Peledakan* “. BSN (Badan Standar Nasional Indonesia)
- Anonim. (1996). “ *Tentang Baku Tingkat Getaran* “. KEPMEN LH (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup
- Budiman, Muhammad. (2011). Skripsi “ *Geologi Dan Studi Kestabilan Lereng Daerah Dlingo Dan Sekitarnya Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta* ”. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”

- Fahlevi, Rendy., dkk. (2012). *JTM Vol. XIX No. 2/2012 “ Perangkat Lunak Analisis getaran Tanah Akibat Peledakan “*. Institute Teknologi Bandung
- Fajar, Adnan. (2008). *Jurnal Smartek “ Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Esimasi Biaya Proyek “*.
- Hidayah, S dan Gratia, Y.R. (2007). *Tugas Akhir “ Slope Stability Analysis Program”*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Hikmah, Nur. (2015). *Analisis Ground Vibration Menggunakan Pendekatan Peak Particle Velocity Pada Kegiatan Peledakan Serta Dampak Terhadap Bangunan PT. Kideco Jaya Agung Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur*. Makasar. Universitas Veteran Republik Indonesia.
- Karyono. (2004). *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. UNISBA.
- Koesnaryo., (2001). *Rancangan Peledakan Batuan . Yogyakarta*
- Koesnaryo., dkk. (1994). *Laporan Penelitian “ Penelitian Efek Getaran Peledakan Untuk Penyusunan Pedoman Jarak Aman Peledakan Di Kuari Batugamping Gunung Sadeng Kabupaten Jember Jawa Timur “* Yogyakarta. Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran “
- Sudarsono. (1995). *Tinjauan Pengaruh Getaran Peledakan Terhadap Lingkungan*. Yogyakarta. Universitas UPN Veteran.
- Domili, Harris Mohammad. (2014). *Analisis Getaran Tanah Akibat Peledakan Untuk Mencapai Kondisi Aman Pada Kawasan Pemukiman Pada PT Cipta Kridatama Site MHU*. Tenggara. Universitas Kutai Kartanegara.