

**STUDI *GROUND VIBRATION* PADA PELEDAKAN *QUARYPT VALE*
INDONESIA TBK SOROWAKO KABUPATEN LUWU TIMUR
PROVINSI SULAWESI SELATAN*****Jihan^{1*}, Mubdiana Arifin¹, Nurliah Jafar¹******1. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim
Indonesia, Indonesia******* Corresponding author: Jihan9703@gmail.com*****SARI**

PT Vale Indonesia Tbk, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha pertambangan dengan komoditas tambang utamanya adalah mineral logam yang berupa nikel laterit dan berada di Sorowako Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Bedrock dari komoditas tambang nikel laterit tersebut dimanfaatkan sebagai material penguatan bersama dengan material slag dan reject yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan dyke, disposal dan main haul road. Pembongkaran bedrock dilakukan dengan metode pengeboran dan peledakan. Salah satu masalah yang sering timbul akibat kegiatan peledakan adalah efek getaran tanah (*ground vibration*). Tujuan penelitian yaitu mengukur besarnya nilai getaran tanah (*ground vibration*) hasil dari peledakan, membandingkan nilai PPV prediksi dengan PPV aktual hasil peledakan dan membandingkan standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh PT. Vale Indonesia Tbk., dengan standar *ground vibration* SNI 7571:2010. Pengukuran *ground vibration* aktual dianalisis menggunakan pendekatan teori scaled distance. Hasil pengukuran getaran tanah yang didapatkan selama bulan Juli - Agustus 2022 sebesar *peak particle velocity* transversal sebesar 0,300 mm/s – 1,798 mm/s, *peak particle velocity* vertical sebesar 0,127 mm/s – 0,866 mm/s dan *Peak particle velocity* longitudinal sebesar 0,236 mm/s – 1,181 mm/s. Berdasarkan hasil perbandingan nilai PPV aktual dan PPV prediksi menunjukkan bahwa nilai PPV prediksi 1,033 mm/s lebih besar dari nilai PPV aktual 1,029 mm/s, serta dari hasil pengukuran *ground vibration* aktual masih dikategorikan aman dikarenakan nilainya tidak melewati nilai ambang batas standar PPV yang diterapkan SNI 7571:2010 dan tidak melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

Kata kunci: nikel laterit; Bedrock; PPV; scaled distance; getaran tanah

ABSTRACT

PT Vale Indonesia Tbk, is a company engaged in the mining business with its main mining commodity being metal minerals in the form of nickel laterite and is located in Sorowako, Nuha District, East Luwu Regency, South Sulawesi Province. Bedrock from nickel laterite mining commodities is used as reinforcement material along with slag and reject materials which will later be used in the manufacture of dyke, disposal and main haul road. Bedrock demolition is done by drilling and blasting method. One of the problems that often arise as a result of blasting activities is the effect of ground vibration. The aim of this research is to measure the value of ground vibration resulting from blasting, compare the predicted PPV value with the actual PPV resulting from blasting and compare the ground vibration standards set. by PT. Vale Indonesia Tbk., with SNI 7571:2010 ground vibration standard. Actual ground vibration measurements were analyzed using a scaled distance theoretical approach. The results of ground vibration measurements obtained during July - August 2022 amounted to a transverse peak particle velocity of 0.300 mm/s – 1.798 mm/s, a vertical peak particle velocity of 0.127 mm/s – 0.866 mm/s and a longitudinal peak particle velocity of 0.236 mm /s – 1.181mm/s. Based on the results of the comparison of the actual PPV value and the predicted PPV, it shows that the predicted PPV value of 1.033 mm/s is greater than the actual PPV value of 1.029 mm/s, and from the actual ground vibration measurement results it is still categorized as safe because the value does not exceed the PPV standard threshold value applied. SNI 7571:2010 and does not exceed the standards set by the company

Keyword: nickel laterite; Bedrock; PPV; scaled distance; ground vibration

PENDAHULUAN

Dalam dunia petambangan, ada banyak kegiatan-kegiatan atau tahap-tahap penambangan yang harus dilakukan, salah satunya adalah kegiatan peledakan. Peledakan adalah memberaikan batuan sehingga dapat dimuat lalu diangkut. (Maryura, dkk, 2014). Peledakan (blasting) dilakukan untuk memudahkan pekerja tambang dalam mengambil bahan galian, menjadikan batuan dengan volume besar menjadi batuan dengan volume lebih kecil sehingga mudah dalam pengambilan dan pengangkutan.

PT. Vale Indonesia, Tbk. merupakan adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan sebagai penghasil bijih nikel terbesar di Indonesia. Perusahaan ini terletak di daerah Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Sistem penambangan yang berlaku menggunakan sistem tambang terbuka (surface mining) (Azizi dkk., 2019). PT. Vale Indonesia, Tbk. dalam pembongkaran material menggunakan teknik yang lazim disebut teknik peledakan (Susanti dan Cahyadi, 2011). Sebelum melakukan kegiatan peledakan, pemboran merupakan langkah yang dilakukan terlebih dahulu. Langkah ini bertujuan untuk menyiapkan lubang tembak untuk keperluan peledakan (Do Rosario dkk., 2015).

PT. Vale Indonesia, Tbk, melakukan peledakan produksi untuk menambang quarry untuk keperluan material civil. Peledakan ini sendiri menggunakan sistem penyalan detonator elektronik dengan primernya berupa dynamic serta bahan peledaknya berupa ANFO. ANFO merupakan campuran dari ammonium nitrat dan fuel oil (solar)

Pada prinsipnya rencana peledakan yang kurang tepat akan menghasilkan getaran tanah yang melebihi ambang batas aman yang telah ditentukan, oleh sebab itu getaran tanah hasil peledakan dapat dikontrol dengan rancangan peledakan yang baik. Standar yang digunakan untuk pengukuran *ground vibration* mengacu pada SNI 7571:2010. Namun, PT. Vale Indonesia Tbk., juga memiliki standar *ground vibration* untuk peledakan yaitu maksimal 5 mm/s untuk jarak 500 m.

Ground vibration adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas peledakan. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam usaha menentukan hubungan antara faktor-faktor tersebut sesuai dengan tingkat getaran. Dua faktor prinsip yang mempengaruhi tingkat getaran hasil peledakan yaitu:

1. Jumlah muatan bahan peledak maksimal/waktu tunda
Bahan peledak jika muatan ditambah maka tingkat getaran akan bertambah, tetapi hubungan ini bukan merupakan hubungan yang sederhana, misalnya muatan dua kali lipat jumlahnya tidak menghasilkan getaran yang dua kali lipat.
2. Jarak dari lokasi peledakan
Pengaruh jarak terhadap tingkat getaran yaitu apabila jarak pengukuran lokasi peledakan semakin jauh maka getaran yang dihasilkan juga semakin kecil (Rudini, 2012).

Pada kenyataannya dilapangan banyak sekali variabel-variabel yang berpengaruh terhadap besarnya getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan peledakan. Variabel-variabel tersebut dibagi menjadi dua, yaitu :

- 1) Variabel yang dapat dikontrol, merupakan variabel yang dapat dikendalikan oleh manusia dalam merancang suatu peledakan untuk memperoleh hasil peledakan yang diharapkan. Beberapa contoh variabel yang dapat dikontrol, antara lain :
 - Arah dan kemiringan lubang ledak
 - Pola pengeboran
 - Diameter lubang ledak
 - Sifat bahan peledak
 - Distribusi bahan peledak
 - Pola peledakan
 - Waktu tunda dan arah peledakan
- 2) Variabel yang tidak dapat dikontrol adalah faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh kemampuan manusia, hal ini disebabkan karena prosesnya terjadi secara ilmiah. Beberapa contoh variabel yang tidak dapat dikontrol, antara lain :
 - Karakteristik massa batuan

- Struktur geologi
- Pengaruh air

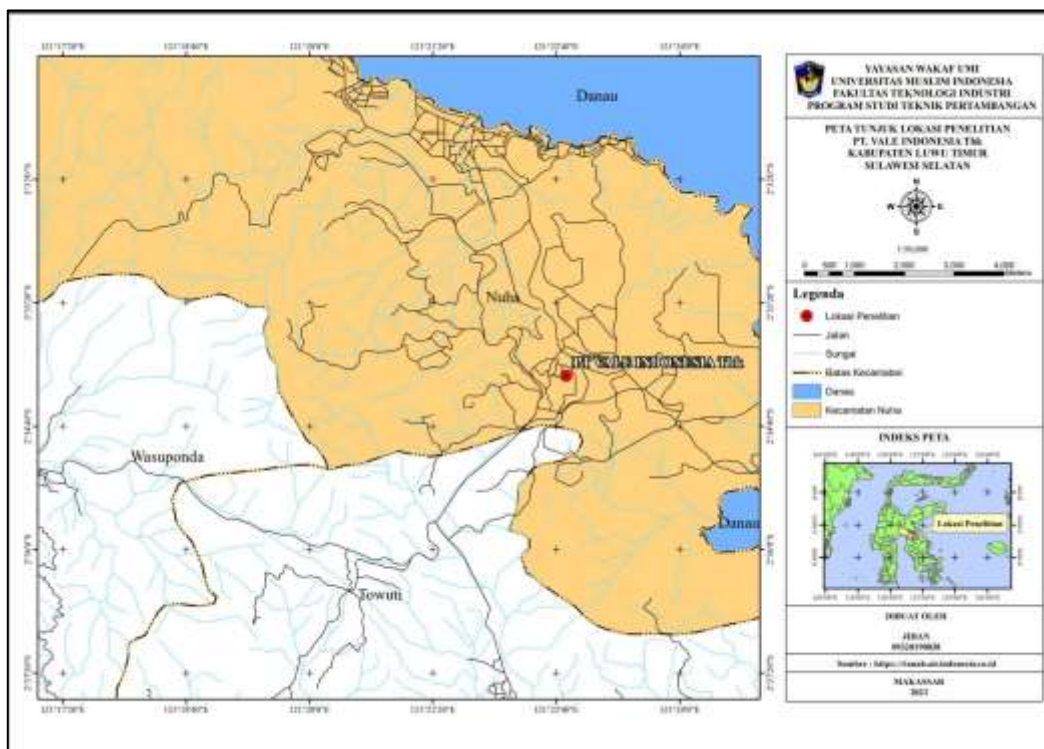
Indonesia kini telah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk baku tingkat getaran peledakan pada kegiatan tambang terbuka terhadap bangunan yaitu SNI 7571:2010 yang dibuat oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Dengan SNI 7571:2010 perusahaan tambang terbuka di Indonesia telah memiliki acuan untuk mengontrol efek dari kegiatan peledakan yang dilakukan (Rudini, 2012). Standar *Ground vibration* sesuai dengan SNI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia 7571:2010 tentang *ground vibration*

No	Jenis bangunan	PPV (mm/s)
1	Bangunan kuno yang dilindungi undang-undang benda cagar budaya (Undang-undang No. 6 tahun 1992).	2
2	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan pondasi dengan kayu dan lantainya diberi adukan semen	3
3	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen yang diikat slope beton.	5
4	Bangunan dengan pondasi. Pasangan bata dan adukan semen slope beton, kolom dan nrangka diikat dengan ring balok.	7 - 20
5	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen, slope beton, kolom dan diikat dengan rangka baja.	12 - 40

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di PT Vale Indonesia Tbk Desa Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia yang terletak pada koordinat 120°30'-123°30' BT dan 6°30'-5°30' LS. Peta lokasi perusahaan dapat dilihat pada halaman selanjutnya Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Data yang diperlukan mencakup data primer dan sekunder:

1. Data primer berasal dari perhitungan serta observasi di lapangan seperti data Nilai PPV dapat dihitung menggunakan persamaan USBM Oriard' Formula dimana data yang digunakan adalah data hasil pengukuran jarak lokasi peledakan kemudian menghitung nilai konstanta (K) dan *scaled distance* (SD) sehingga nilai PPV prediksi.
2. Data sekunder berasal dari perusahaan yakni data spesifikasi bahan peledak, curah hujan, batuan, peta dan lokasi penambangan, topografi dan morfologi

Data penelitian kemudian diolah menggunakan perhitungan statistik menggunakan persamaan perhitungan menggunakan USBM Oriard' Formula (Sundoyo, 2015).

HASIL PENELITIAN

1. Pengukuran Nilai Getaran Tanah (*Ground Vibration*)

Pengukuran getaran tanah (*ground vibration*) dilakukan menggunakan instansel mini macromate, hasil peledakan dinyatakan dengan parameter *peak particle velocity* (PPV) yang terdiri dari tiga komponen getaran yaitu transversal, vertical dan longitudinal. Dapat dilihat pada Tabel. 1

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Ground vibration* Selama Penelitian

No	Tanggal	Lokasi	D (M)	W (Kg)	<i>Peak Particle Velocity</i> (mm/s)		
					<i>Trans</i>	<i>Vert</i>	<i>Long</i>
1	12-07-2022	Solia	480	56	0,300	0,315	0,851
2	14-07-2022	Lembo	500	55	0,607	0,655	1,181
3	15-07-2022	Tonter Project	500	60	0,853	0,866	0,874
4	19-07-2022	Solia	480	56	0,566	0,465	1,331
5	26-07-2022	Solia	500	81	1,166	0,701	1,158
6	27-07-2022	Lembo	500	52	0,884	0,851	1,024
7	01-08-2022	Petea B1c2	500	64	1,316	0,709	1,041
8	02-08-2022	Solia	500	78	0,348	0,165	0,513
9	10-08-2022	Lembo	500	52	0,607	0,615	0,566
10	12-08-2022	Lembo	500	52	0,922	0,693	1,095
11	16-08-2022	Solia	460	50	0,315	0,127	0,236
12	23-08-2022	Lembo	328	63	0,899	1,387	1,585
13	24-08-2022	Harapan East	460	50	0,584	0,566	0,749
14	26-08-2022	Harapan East	460	50	1,798	1,349	1,118

Berdasarkan tabel di atas penelitian dilakukan selama 14 hari di 5 lokasi yang berbeda. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan nilai getaran tanah *peak particle velocity* yang paling besar mencapai 1,79 mm/s yaitu pada peledakan tanggal 26 Agustus yang berlokasi di Harapan East dengan jarak 460 m dan charge weight sebesar 50 kg dan

nilai *peak particle velocity* paling kecil mencapai 0,127 mm/s tanggal 16 agustus 2022 di Solia dengan jarak 460 m dan charge weight sebesar 50 kg.

Nilai *scaled distance* didapatkan dari hasil 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:

$$SD = \frac{D}{W^{1/2}} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana:

SD = *Scaled distance* perbandingan antara jarak dan isian bahan peledak (m/kg^{1/2}).

D = jarak dari recorder ke lokasi peledakan (m),

W = total berat bahan peledak per minimum delay (kg),

Tabel 2. Hasil perhitungan *scaled distance* selama penelitian

No	Tanggal	Lokasi	D (M)	W (Kg)	SD (m/kg ^{1/2})	PPV (mm/s)
1	12-07-2022	Solia	480	56	64,143	0,851
2	14-07-2022	Lembo	500	55	67,420	1,181
3	15-07-2022	Tonter Project	500	60	64,550	0,874
4	19-07-2022	Solia	480	56	64,143	1,331
5	26-07-2022	Solia	500	81	55,556	1,166
6	27-07-2022	Lembo	500	52	69,338	1,024
7	01-08-2022	Petea B1c2	500	64	62,500	1,316
8	02-08-2022	Solia	500	78	56,614	0,513
9	10-08-2022	Lembo	500	52	69,338	0,615
10	12-08-2022	Lembo	500	52	69,338	1,095
11	16-08-2022	Solia	460	50	65,054	0,315
12	23-08-2022	Lembo	328	63	41,324	1,585
13	24-08-2022	Harapan East	460	50	65,054	0,749
14	26-08-2022	Harapan East	460	50	65,054	1,798

2. Prediksi Nilai *Peak Particle Velocity*

Sebelum peledakan terlebih dahulu melakukan perhitungan ground vibration secara teori dengan data-data peledakan yang direncanakan. Akan tetapi, hasil prediksi dengan aktual di lapangan terdapat perbedaan. Dari hasil perhitungan maka didapatkan selisih atau koreksi perhitungan antara prediksi PPV dengan hasil aktual PPV .

$$PPV = K(SD)^{-1.6} \text{ atau } PPV = K \left(\frac{D}{W^{1/2}} \right)^{-1.6} \dots\dots\dots 2)$$

Keterangan :

- PPV (Peak Particle Velocity) = mm/s
SD (Scale distance) = perbandingan antara jarak dan isian bahan peledak (m/kg^{1/2})
K = konstanta
D (Distance) = jarak dari recorder ke lokasi peledakan (m)
W = total berat bahan peledak per minimum delay (kg),

Untuk mendapatkan nilai *peak particle velocity* prediksi terlebih dahulu menentukan nilai konstanta dengan rumus:

$$K = \frac{PPV}{\left(\frac{D}{W^{1/2}} \right)^{-1.6}} \dots\dots\dots 3)$$

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai konstanta

No	Tanggal	Lokasi	D (M)	W (Kg)	SD (m/kg ^{1/2})	PPV (mm/s)	K
1	12-07-2022	Solia	480	56	64,143	0,851	327,474
2	14-07-2022	Lembo	500	55	67,420	1,181	477,778
3	15-07-2022	Tonter Project	500	60	64,550	0,874	338,406
4	19-07-2022	Solia	480	56	64,143	1,331	512,228
5	26-07-2022	Solia	500	81	55,556	1,166	388,620
6	27-07-2022	Lembo	500	52	69,338	1,024	425,852
7	01-08-2022	Petea B1c2	500	64	62,500	1,316	493,395
8	02-08-2022	Solia	500	78	56,614	0,513	174,285
9	10-08-2022	Lembo	500	52	69,338	0,615	255,722
10	12-08-2022	Lembo	500	52	69,338	1,095	455,439
11	16-08-2022	Solia	460	50	65,054	0,315	122,936
12	23-08-2022	Lembo	328	63	41,324	1,585	392,982
13	24-08-2022	Harapan East	460	50	65,054	0,749	292,469
14	26-08-2022	Harapan East	460	50	65,054	1,798	701,926
Rata-rata							382,822

Untuk menghitung nilai ground vibration prediksi menggunakan persamaan PPV dan nilai Konstanta (K), dimana nilai K yang digunakan adalah nilai K rata-rata. Oleh sebab itu, perhitungan untuk mencari nilai K dengan menggunakan data aktual selama melakukan pengukuran dilapangan. Selanjutnya dilakukan perhitungan PPV prediksi:

$$PPV \text{ prediksi} = K(SD)^{-1.6}$$

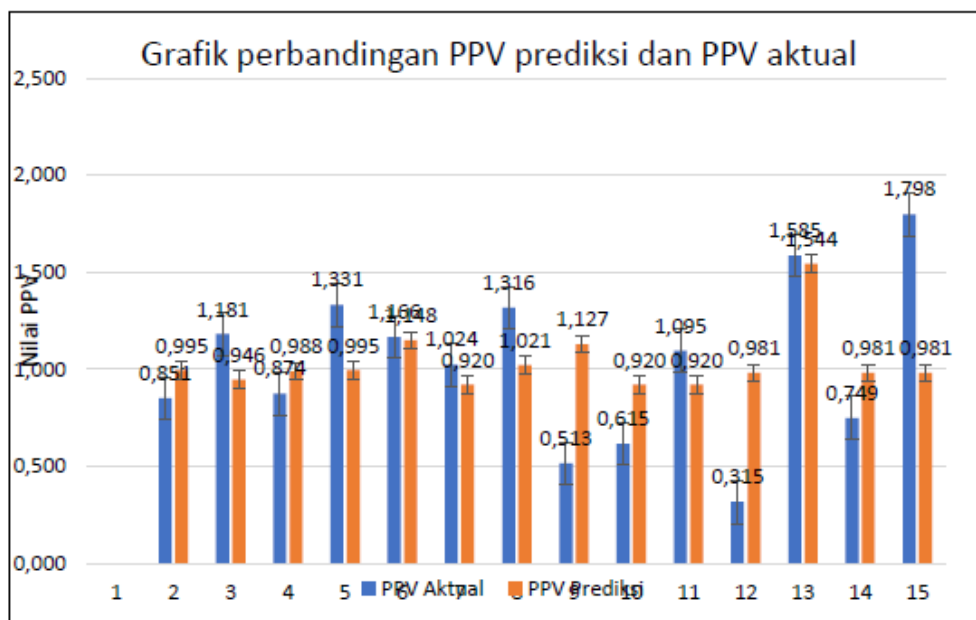
.....4)

Nilai PPV prediksi kemudian di bandingkan dengan nilai PPV aktual untuk mengetahui seberapa besar koreksi kesalahannya (deviasi) (dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Perbandingan antara PPV prediksi dengan PPV aktual

No	Tanggal	Lokasi	D (m)	W (Kg)	SD (m/kg ^{1/2})	K	PPV (mm/s) prediksi	PPV (mm/s) aktual	Deviasi
1	12-07-2022	Solia	480	56	17,143	327,474	0,995	0,851	-0,169
2	14-07-2022	Lembo	500	55	18,182	477,778	0,946	1,181	0,199
3	15-07-2022	Tonter Project	500	60	16,667	338,406	0,988	0,874	-0,131
4	19-07-2022	Solia	480	56	17,143	512,228	0,995	1,331	0,253
5	26-07-2022	Solia	500	81	12,346	388,620	1,148	1,166	0,015
6	27-07-2022	Lembo	500	52	19,231	425,852	0,920	1,024	0,101
7	01-08-2022	Petea B1c2	500	64	15,625	493,395	1,021	1,316	0,224
8	02-08-2022	Solia	500	78	12,821	174,285	1,127	0,513	-1,197
9	10-08-2022	Lembo	500	52	19,231	255,722	0,920	0,615	-0,497
10	12-08-2022	Lembo	500	52	19,231	455,439	0,920	1,095	0,159
11	16-08-2022	Solia	460	50	18,400	122,936	0,981	0,315	-2,114
12	23-08-2022	Lembo	328	63	10,413	392,982	1,544	1,585	0,026
13	24-08-2022	Harapan East	460	50	18,400	292,469	0,981	0,749	-0,309
14	26-08-2022	Harapan East	460	50	18,400	701,926	0,981	1,798	0,455
Rata-rata							1,033	1,029	-0,213%

Dari hasil tabel perbandingan diatas, dibuatkan grafik perbandingan PPV prediksi dan PPV aktual seperti pada Gambar 2.



Grafik 2. Perbandingan PPV prediksi dan PPV aktual.

Dari hasil perbandingan nilai PPV prediksi dan PPV aktual, di dapatkan nilai koreksi kesalahan (deviasi) yaitu sebesar -0,213%. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai PPV prediksi ada yang mendekati nilai PPV aktual ada juga yang melebihi. Dari hasil pengukuran getaran tanah (ground vibration) selama penelitian yang dilakukan di PT. Vale Indonesia Tbk., dikategorikan aman karena tidak melebihi standar SNI 7571:2010 dan standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 5 mm/s untuk jarak 500 m.

KESIMPULAN

- 1) Hasil pengukuran getaran tanah yang didapatkan selama bulan Juli hingga Agustus 2022 sebesar:
 - *Peak particle velocity transversal* sebesar 0,300 mm/s – 1,798 mm/s.
 - *Peak particle velocity vertical* sebesar 0,127 mm/s – 0,866 mm/s.
 - *Peak particle velocity longitudinal* sebesar 0,236 mm/s – 1,181 mm/s
- 2) Berdasarkan hasil perbandingan nilai PPV aktual dan PPV prediksi menunjukkan bahwa nilai PPV prediksi 1,033 mm/s lebih besar dari nilai PPV aktual 1,029 mm/s.
- 3) Dari hasil ground vibration aktual masih dikategorikan aman dikarenakan nilainya tidak melewati nilai ambang batas standar PPV yang diterapkan SNI 7571:2010 dan tidak melebihi standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak pihak yang telah membantu, memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tulisan ini yang tidak bisa disebutkan secara keseluruhan. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada PT Vale Indonesia Tbk yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

- Andrias Teguh Santoso, 2008, Skripsi, Analisis Ground vibration dan Airblast pada Peledakan Overburden di Pit J Panel 2 PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.
- Azizi, M. A., Hakim, R. N., & Nugraha, A. D. (2019). Optimalisasi Geometri Lereng Tambang Nikel Menggunakan Metode Probabilistik Pad Hill Pit 06, PT Vale Indonesia Tbk, Sorowako, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 8(1), 74-79.
- Do Rosario, B. D. C., Sari, A. S., Adjie, D. W., & Nahdliyin, A. F. Kajian Teknis Pemboran Untuk Meningkatkan Target Produksi. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan. ISBN 978-602-98569-0.
- Maryura., dkk. 2014. Kajian Pengurangan Tingkat Getaran Tanah (Ground vibration Level) pada Operasi Peledakan Interburden B2-C Tambang Batubara Air Laya PT. Bukit Asam (persero), Tbk Tanjung Enim. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(1).
- Rudini, 2012. Analisa Ground vibration pada Peledakan Overburden di Panel 4 Pit J PT. Kalimantan Prima Coal, Sangata Kalimantan Timur. Tesis UPN Veteran Jogjakarta.
- Standar Nasional 757:2010 Buku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan, Jakarta.



- Sundoyo, 2014. " Pengaruh Peak Particle Velocity (PPV) dari hasil kegiatan peledakan terhadap kekuatan lereng penambangan (FK) pada penambangan batubara" Dosen Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.
- Sundoyo. 2015. Kajian *Ground vibration* dari Kegiatan Blasting Dekat dengan Kawasan Pemukiman Untuk Mencapai Kondisi Aman di Penambangan Batubara. Jurnal geologi Pertambangan. 1(17), 1-8.
- Susanti, R., & Cahyadi, T. A. (2011). Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. In Seminar Nasional Kebumihan, UPN Veteran, Yogyakarta