

# Analisa *Ground Vibration* Akibat Ledakan Pada Tambang Nikel Di PT Vale Indonesia Tbk

## *Analysis of Ground Vibration Due to Explosions at the Nickel Mine at PT Vale Indonesia Tbk*

Harto Andi Irawan\*, Enni Tri Mahyuni, Hediarto

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

\*E-mail: [hartoandi22@gmail.com](mailto:hartoandi22@gmail.com)

Diterima: 27 Agustus 2023/Disetujui 30 Januari 2024

**Abstrak.** PT Vale Indonesia Tbk merupakan perusahaan yang bergerak dibidang usaha penambangan dengan komoditas tambang utamanya adalah mineral logam yang berupa nikel laterit dan berada di Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupate Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem Tambang Terbuka dengan metode Open Cast Mining. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah bahan peledak yang digunakan terhadap ground vibration yang dihasilkan dan perbandingan akurasi ground vibration aktual dan prediksi. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode ini peneliti gunakan karena pada proses penelitian ini pengumpulan datanya dilakukan dengan data primer dan sekunder. Hasil perhitungan PPV menunjukkan bahwa nilai terbesar adalah 2.254 mm/s, dengan jumlah muatan peledak 2200 kg dan PF 0.31. sedangkan nilai PPV terendah 0.57 mm/s, jumlah muatan peledak 3906 kg dan PF 0.23 dimana nilai PPV yang dihasilkan tidak melebihi standar yang ditetapkan perusahaan yaitu 5 mm/s. Jika dilihat dari hasil perhitungan menunjukkan penggunaan bahan peledak yang semakin besar maka hasil ground vibration yang ditimbulkan pun ikut membesar. Akurasi prediksi rata-rata ground vibraton prediksi dan ground vibration aktual didapatkan sebesar 0.30%.

**Kata Kunci:** Standar Tingkat Getaran, Faktor Daya, Ledakan, Tambang, Nikel

**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. The applied mining system is an Open Mining system with the Open Cast Mining method. The purpose of this study was to determine the effect of the amount of explosives used on the resulting ground vibrations and to compare the accuracy of actual and predicted ground vibrations. This research uses quantitative methods. This method the researchers used because in this research process the data collection was carried out using primary and secondary data. The PPV calculation results show that the largest value is 2,254 mm/s, with a total explosive charge of 2,200 kg and a PF of 0.31. while the lowest PPV value is 0.57 mm/s, the amount of explosive charge is 3906 kg and the PF is 0.23 where the PPV value produced does not exceed the standard set by the company, namely 5 mm/s. If seen from the calculation results, it shows that the use of explosives is getting bigger, the results of the ground vibration generated are also getting bigger. The average prediction accuracy of predicted ground vibraton and actual ground vibration is 0.30%.

**Keyword:** Standard Vibration Level, Power Factor, Explosions, Mines, Nickel



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

## Pendahuluan

PT Vale Indonesia Tbk merupakan perusahaan yang bergerak dibidang usaha penambangan dengan komoditas tambang utamanya adalah mineral logam yang berupa nikel laterit dan berada di Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupate Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem Tambang Terbuka dengan metode *Open Cast Mining*, yakni dengan cara memotong bagian sisi bukit dari puncak menuju ke bawah sesuai dengan garis konturnya dengan kedalaman penggalian dangkal (maksimum 20-30 meter).

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*). *Ground vibration* pada tingkat tertentu dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan sekitarnya apabila melampaui batas. getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis (*elastic zone*).

*Ground vibration* adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah di sebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas peledakan. Beberapa penelitian telah di lakukan dalam usaha menentukan hubungan antara faktor-faktor tersebut sesuai dengan tingkat getaran. dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah bahan peledak yang digunakan terhadap *ground vibration* yang dihasilkan dan

perbandingan akurasi *ground vibration* aktual dan prediksi. Tujuan peledakan umumnya untuk memecahkan batuan. Kegiatan ini membutuhkan sejumlah energi yang cukup sehingga melebihi atau melampaui kekuatan batuan atau melampaui batas elastis batuan. Apabila hal tersebut terjadi maka batuan akan menjadi pecah. Proses pemecahan batuan akan terus berlangsung sampai energi yang di hasilkan bahan peledak makin lama makin berkurang, dan menjadi lebih kecil dari kekuatan batuan. Sehingga proses pemecahan batuan terhenti, dan energi yang tersisa akan menjalar melalui batuan, karena masih dalam batas elastisitasnya (Dwi Handoyo, 2012).

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah bahan peledak yang digunakan terhadap *ground vibration* yang dihasilkan dan perbandingan akurasi *ground vibration* aktual dan prediksi.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode ini peneliti gunakan karena pada proses penelitian ini pengumpulan datanya dilakukan dengan data primer dan sekunder, data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder adalah data mentah dari perusahaan serta data penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

- Data Primer yang di butuhkan berupa data hasil pengukuran geometri seperti spacing (S), burden (B) dan kedalaman lubang ledak (H), kemudian dihitung dengan menggunakan rumus R.L. Ash sehingga memperoleh nilai powder factor (PF), jumlah penggunaan bahan peledak dan berai isian bahan peledak. Sedangkan untuk 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 mendapatkan nilai berat isian dan nilai PPV prediksi.
- Data Sekunder untuk mendukung data primer spesifikasi bahan peledak, batuan, peta dan lokasi penambangan, topografi dan morfologi

Parameter uji pada penelitian ini sebagai berikut

- Burden (B)

$$B = (Kb \times De) \div 12$$

Keterangan:

- B = burden (Ft)  
De = Diameter lubang ledak (inchi)  
Kb = Nisbah burden yang telah dikoreksi = 1

- Spacing (S)

$$S = B \times Ks$$

Keterangan:

- S = Spacing ( meter )  
Ks = Spacing ratio, (1 - 1,5)  
B = Burden ( meter )

- Kedalaman lubang ledak (H)

$$H = B \times Kh$$

Keterangan:

- H = Kedalaman lubang tembak ( meter )  
Kh = Kedalaman ratio (1,5 - 4) rata-rata 2,6  
B = Burden ( meter )

- Stemming (T)

$$T = Kt \times B$$

Keterangan:

- T = Stemming ( meter )  
Kt = Stemming ratio, (0,5 - 1) rata-rata 0,7  
B = Burden ( meter )

- Tinggi jenjang (L)

$$L = H - J$$

Keterangan :

- L = Tinggi jenjang minimum  
H = Kedalaman lubang  
J = Subdrill

- Subdrilling (J)

$$J = Kj \times B$$

Keterangan :

- J = Subdrilling  
Kj = Subdrilling Ratio (0,2-0,3)

- Charge Length/panjang kolom isian (PC)

$$PC = H - T$$

Keterangan :

- PC = Panjang kolom isian bahan peledak H :Kedalaman lubang ledak  
T = Stemming

h) *Loading Density* (De)

$$de = 0,508 \times D^2 \times SG$$

Keterangan :

- de = Loading Density (kg/m)
- D = Diameter lubang ledak (inchi)
- SG = Berat jenis bahan peledak

i) *Powder Factor* (PF)

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{ae \times PC \times n}{V}$$

- PF = Powder Factor ( kg/m<sup>3</sup> )
- E = Jumlah bahan peledak yang digunakan (kg) V : Volume batuan yang terbongkar (m<sup>3</sup>)
- de = Loading Density (kg/m) PC : Charge length (m)
- n = Jumlah lubang ledak

## Hasil dan Pembahasan

### a. Pengolahan Data Geometri Peledakan Aktual

Hasil penelitian terkait dengan pengolahan data geometri peledakan actual terdapat beberapa persamaan yang biasa digunakan dalam menentukan geometri peledakan, antara lain dengan rancangan R.L. Ash (Tabel 1 dan Tabel 2).

1) Perhitungan Geometri Peledakan Aktual

Analisis geometri peledakan actual dalam 15 kali peledakan diolah rata-rata nya dengan burden 5 m, spacing 5 m, Stemming 5.01m, Tinggi Jenjang 9.78 m, subdrilling 0,5m, kedalaman lubang ledak 10.28 m, Powder coloum 5.3m, untuk lebih jelasnya data geometri peledakan actual dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Perhitungan Geometri Peledakan Aktual PT Vale Indonesia Tbk

B (Meter)	S (Meter)	T (Meter)	L (Meter)	J (Meter)	H (Meter)	PC (Meter)
5	5	5.01	9.78	0.5	10.28	5.3

2) Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L Ash

Hasil pengolahan data dengan menggunakan persamaan R.L Ash maka di dapatkan hasil rancangan geometri peledakan yang ideal dapat di lihat pada Tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2** Perhitungan Geometri Menurut Teori R.L Ash

B (Meter)	S (Meter)	T (Meter)	L (Meter)	J (Meter)	H (Meter)	PC (Meter)
4,17	4,17	3.33	7,47	1,25	8,3	5.0

### b. Hasil Perbandingan Ground Vibration Aktual Dan Prediksi

PPV terendah 0.57 mm/s, jumlah muatan peledak 3906 kg dan PF 0.23 dimana nilai PPV yang dihasilkan tidak melebihi standar yang ditetapkan perusahaan yaitu 5 mm/s. menurut *sihombing (2013)* bahwa terjadinya *ground vibration* disebabkan oleh 3 faktor yaitu jarak pengukuran dari titik peledakan, jumlah penggunaan bahan peledak dan kondisi alat. Jika dilihat dari hasil perhitungan Tabel 3 di atas menunjukkan penggunaan bahan peledak yang semakin besar maka hasil *ground vibration* yang ditimbulkan pun ikut membesar. Akurasi prediksi rata-rata *ground vibraton* prediksi dan *ground vibration* aktual didapatkan sebesar 0.30%.

**Tabel 3** Hasil Perbandingan *Ground Vibration* Aktual dan Prediksi

Lokasi	Hole	Penggunaan Bahan Peledak(kg)	Berat Isian (kg)	Jarak (m)	PPV Prediksi(mm/s)	PPV	Akurasi	PowderFactor
						Aktual(mm/s)	Prediksi(%)	(kg/m <sup>3</sup> )
Harapan East	44	3144	70	500	1.1	0.7	0.4	0.22
Konde Central	72	3018	75	500	1.2	0.7	0.5	0.23
Anoa North	70	4061	78	500	1.2	0.79	0.41	0.22
Anoa North	20	1270	79	500	1.2	0.88	0.32	0.23
Konde Central	60	2437	81	500	1.2	0.7	0.5	0.23
Solia	70	4933	81	500	1.2	0.9	0.3	0.24
Lembo	50	1905	81	500	1.2	0.9	0.3	0.24
Solia	58	2663	81	500	1.2	0.8	0.4	0.23
Lembo	58	4558	82	500	1.2	0.7	0.5	0.17
Lembo	64	4600	86	500	1.3	0.6	0.7	0.24
Solia	76	4578	81	500	1.2	0.6	0.6	0.23
Konde	54	2200	43	400	1.1	2.254	-1.154	0.31
Konde	66	2937	48	500	0.8	1.2	-0.4	0.24
Lembo	66	4422	81	500	1.2	0.6	0.6	0.23
Lembo	58	3906	81	500	1.2	0.57	0.63	0.23
<i>Average</i>						1,16	0,85	0.30

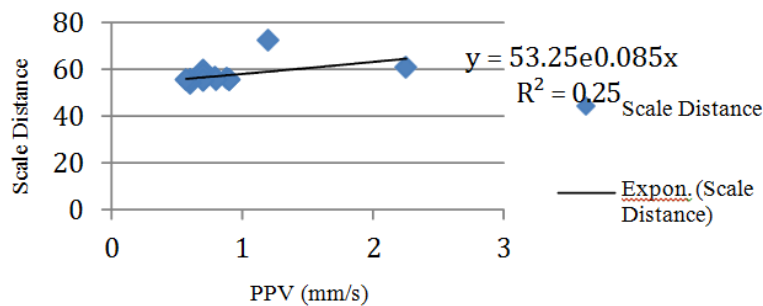
**Tabel 4** Hasil Perhitungan Berat Isian

SD	Ground Vibration Aktual(mm/s)	Jarak (D) (m)	Berat Isian(kg)	Konstanta (k)
59.76	0.51	500	70	449
57.73	2.10	500	75	449
56.61	0.56	500	78	449
56.25	0.80	500	79	449
55.55	2.56	500	81	449
55.55	0.93	500	81	449
55.55	1.23	500	81	449
55.55	0.69	500	81	449
55.21	0.54	500	82	449
53.91	0.55	500	86	449
55.55	1.84	500	81	449
60.99	1.63	400	43	449
72.16	0.63	500	48	449
55.55	0.33	500	81	449
55.55	0.52	500	81	449

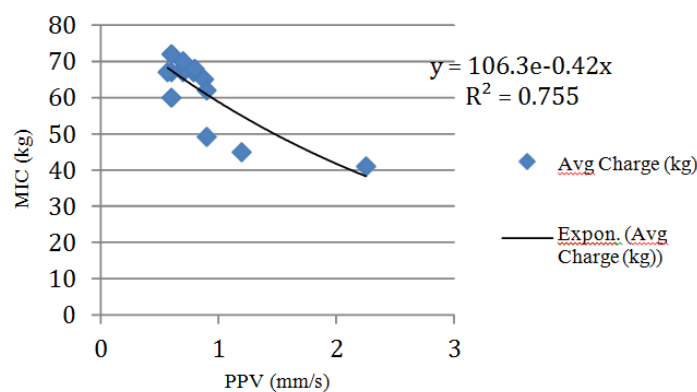
Nilai Scale Distance (SD) berkaitan dengan charge weight berbanding lurus dengan ground vibration dan berbanding terbalik pada SD pada jarak yang sama. Semakin besar charge weight maka begitupun ground vibration namun SD akan mengecil Tabel 4 Sedangkan hubungan jarak dengan ground vibration yang dihasilkan mengecil jika jarak pengukuran dengan lokasi peledakan semakin jauh.

**c. Kurva Peluruhan Getaran**

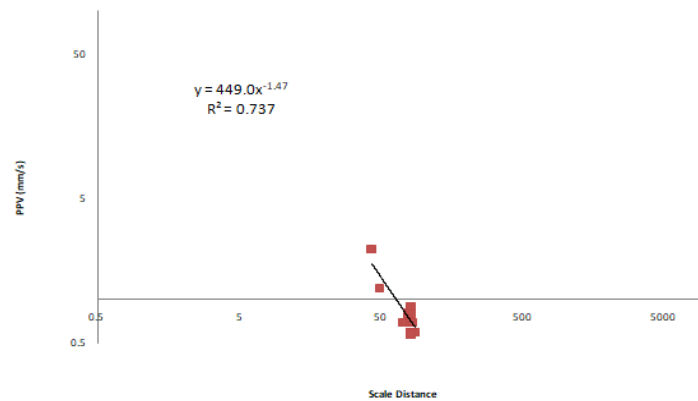
Analisis ini dilakukan terhadap log PPV dengan log square root scalling scaled distance yaitu dengan penggambaran grafik regresi linier atau dengan analisis hubungan PPV dan scaled distance dengan menggunakan regresi power dalam skala log. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penyebaran data dan kecenderungan arah data. Penggambaran kurva peluruhan getaran menggunakan Microsoft Excel dan Thor.



**Gambar 1.** Grafik Hubungan Antara PPV dan *Scaled Distance*



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Antara PPV dan *MIC*



**Gambar 3.** Grafik Hasil Analisis Regresi Power

Dari hasil analisis regresi diatas didapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD yaitu  $Y = 449.0x^{-1.47}$  atau PPV 449.0 (SD)  $-1.47$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0.737$  dan  $R = -0.858$  yang merupakan akar dari  $R^2$ . Nilai  $R^2$  Yaitu  $R$  dinyatakan dalam bentuk negatif, karena bentuk trendline mengarah dari kiri atas ke kanan bawah. Nilai koefisien korelasi  $R = -0.858$ , dinyatakan korelasi negatif dan kuat. Korelasi negatif dinyatakan, bahwa setiap kenaikan nilai  $X$  atau SD maka akan diikuti penurunan atau PPV, dengan kata lain nilai SD berbanding terbalik dengan nilai PPV. Nilai koefisien atau  $R^2 = 0.737$ , hal ini menyatakan bahwa dalam persamaan yang di dapatkan nilai  $Y$  atau PPV dapat ditentukan sebesar 73.7% oleh nilai  $X$  atau SD..

## Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan PPV terhadap *MIC* bahwa nilai koefisien determinasi didapatkan 0.755 atau 75.5% hubungan naik turunnya *MIC* terhadap *ground vibration*, untuk koefisien korelasi ( $r$ ) 0.868990 yaitu hubungan keduanya sangat kuat. Sedangkan nilai 24.5% disebabkan oleh faktor lain. Dengan nilai total muatan *MIC* yang di peroleh sebesar 1128kg dan rata-rata sebesar 75,2 yang artinya semakin besar jumlah bahan peledak yang digunakan maka akan semakin besar pula *ground vibration* yang dihasilkan. Berdasarkan data *ground vibration* hasil penelitian di dapatkan nilai *ground vibration* aktual sebesar 0,85mm/s dan nilai prediksi sebesar 1,16mm/s dengan frekuensi getaran peledakan berada pada kisaran 0.52 Hz sampai 2.89 Hz, dan nilai ambang batas (NAB) sebesar 5 mm/s. dengan nilai PPV 0.57 – 2.254mm/s dengan jarak 400 m – 500 m dinyatakan aman terhadap bangunan.

## Daftar Pustaka

- Ash, RL. (1990). Design of Blasting Round, Surface Mining. B.A Kennedy, Editor, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc
- Cahyadi, M.I. dan Kapa, R. 2018. Peledakan Berdasarkan Evaluasi Rancangan Geometri Peledakan Berdasarkan Hasil Fregmentasi Batuan dan Getaran Tanah pada PT. Koto Alam Sejahtera, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatra Barat. Jurnal Bima Tambang. 4(1).
- Do Rosario, Da Costa, B., Sari, A.S., Adjie, D.P.W. dan Nahdliyin, A.F. 2015. Kajian Teknis Pemboran untuk Meningkatkan Target Produksi. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan. ISBN 978-602-98569-1-0.
- Konya, C.J. And Walter E.J. 1990. "Surface Blast Design", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- Ma'rief, A.A., Qadri, A., Okviyani, N. dan Mahyuni, E.T. 2020. Analisis Pengaruh Jumlah Bahan Peledak Terhadap Ground Vibration Akibat Ledakan Pada Area Pit SM-A Tambang Batubara PT Sims Jaya, Kalimantan Timur. Jurnal Geomine. 7(2), 92-100.
- Octava, Adree. 2016. Geologi Pertambangan. Medan : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan,
- Permana, Ahmad Ridha & Heriyadi, Bambang. 2019. Kajian Pengurangan Getaran Tanah (Gound Vibration) Pada Peledakan Overburden Tambang Batubara Di PT. Artamulia Tata Pramata. Vol. 4, No. 1. Jurnal Bina Tambang.
- Susanti, R. dan Cahyadi, T.A. 2011. Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Seminar Nasional Kebumihan, UPN Veteran, Yogyakarta.
- Simandjuntak, Dkk. 1991. Geologi Lembar Malili, Sulawesi. Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi Dan Sumber Daya Mineral. Pusat Penelitian Dan Pengembangan.
- Simanjuntak, T.O., 1986. Sedimentology and Tectonics of The Collision Complex in The East Arm of Sulawesi, Unuversity of London, UK.
- Sihombing, J.R. 2011. Kajian Teknis Rancangan Peledakan Berdasarkan Pengukuran tanah. Fakultas Teknologi Mineral, Insitut Teknologi Medan.
- 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.