

Analisis Prediksi Getaran Tanah Akibat Kegiatan Peledakan oleh PT ABC site PT Y

Josse Charllos Werfete ^{*1}

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti, Indonesia

*e-mail: jossecharllos06@gmail.com

Abstrak

Peledakan di area dekat permukiman dan infrastruktur krusial memerlukan penanganan dampak seperti airblast, flyrock, getaran tanah, dan gas beracun. PT ABC melakukan peledakan di Pit Morako, sekitar 578 meter dari permukiman. Rumah-rumah dengan pondasi kayu dan lantai semen mengalami retak akibat getaran dari peledakan tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data angka yang dianalisis statistik. Data diperoleh dari pengukuran lapangan dan informasi perusahaan. Nilai getaran diproses dengan perangkat lunak Thor untuk menghitung Peak Particle Velocity (PPV). Tiga gelombang berbeda diidentifikasi dengan alat Micromate. MIC ditentukan dari lubang yang meledak bersamaan menggunakan software Blastplan. Nilai k dan β persamaan USBM menunjukkan PPV prediksi 0,93 mm/s untuk 33,6 kg pada lubang 3 m dan 1,49 mm/s untuk 89,6 kg pada lubang 8 m, keduanya pada jarak 400 m. Sementara itu, persamaan Ambraseys menunjukkan PPV prediksi 2,76 mm/s untuk 33,6 kg dan 4,43 mm/s untuk 89,6 kg pada jarak yang sama. Berdasarkan dari hasil penelitian ini bahwa dengan menggunakan dua persamaan perhitungan PPV prediksi terdapat perbedaan yang cukup jauh, hal ini disebabkan adanya perbedaan pada nilai k dan β yang telah ditentukan. Jumlah bahan peledak yang digunakan untuk meledakan satu lubang, serta jarak pengukuran yang dilakukan dapat mempengaruhi nilai getaran yang diterima oleh alat.

Kata kunci: PPV Prediksi, Peledakan

Abstract

Blasting in areas near residential neighborhoods and crucial infrastructure requires careful management of impacts such as airblast, flyrock, ground vibrations, and toxic gases. PT ABC conducted blasting in Pit Morako, approximately 578 meters from the residential area. Houses with wooden foundations and cement floors experienced cracks due to the vibrations from the blasting. This study uses a quantitative approach with numerical data analyzed statistically. Data was obtained from field measurements and company information. Vibration values were processed using Thor software to calculate Peak Particle Velocity (PPV). Three different waves were identified using the Micromate device. MIC was determined from holes blasted simultaneously using Blastplan software. The k and β values of the USBM equation showed a predicted PPV of 0.93 mm/s for 33.6 kg in a 3 m hole and 1.49 mm/s for 89.6 kg in an 8 m hole, both at a distance of 400 m. Meanwhile, the Ambraseys equation showed a predicted PPV of 2.76 mm/s for 33.6 kg and 4.43 mm/s for 89.6 kg at the same distance. The results of this study indicate a significant difference in predicted PPV using the two equations, caused by differences in the determined k and β values. The amount of explosive used to blast a hole and the measurement distance can affect the vibration values recorded by the device.

Keywords: PPV Prediction, Blasting

PENDAHULUAN

Pertambangan adalah kegiatan untuk mengambil bahan tambang dari dalam bumi, yang mencakup eksplorasi, eksploitasi, pengolahan, dan pemasaran bahan tambang tersebut. Saat eksploitasi dilakukan, langkah-langkah seperti pengupasan lapisan tanah penutup, pembangunan infrastruktur, penghilangan overburden, penggalian, pemboran, peledakan, dan pemindahan batuan menjadi bagian dari prosesnya.

Kegiatan peledakan adalah prosedur yang digunakan untuk memecah material dengan menggunakan bahan peledak, dengan tujuan menghasilkan fragmen yang lebih kecil agar memudahkan proses transportasi dan pemuatan material. Di tambang batubara, peledakan diterapkan untuk menghancurkan lapisan tanah penutup (*overburden*) sehingga batubara yang tersembunyi di bawahnya dapat diekstraksi.

Peledakan yang dilakukan di area yang berdekatan dengan permukiman penduduk dan infrastruktur krusial menuntut penanganan yang cermat terhadap dampaknya seperti *airblast*, *flyrock*, getaran tanah, dan gas beracun. Pendekatan ini penting untuk mencegah timbulnya konflik antara perusahaan dan masyarakat serta untuk menjaga kelangsungan infrastruktur yang ada.

PT ABC melakukan peledakan di Pit Morako yang berdekatan dengan area pemukiman, dengan jarak terdekat sekitar 578 meter dari lokasi peledakan. Rumah-rumah di area tersebut memiliki pondasi dari kayu dan lantai rumah hanya menggunakan adukan semen. Peledakan ini menyebabkan rumah-rumah warga mengalami retak pada lantai akibat getaran yang dihasilkan oleh kegiatan tersebut.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat getara yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan yang dilakukan oleh PT ABC, menentukan prediksi getaran dari nilai powder factor dan spasi burden terhadap jarak pengukuran agar tidak melebihi nilai ambang batas PPV 3 mm/s dengan menggunakan 2 persamaan yaitu USBM dan Ambraseys-Hendron

METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dengan pendekatan kuantitatif yang mengandalkan data berupa angka-angka yang dapat dihitung dan dianalisis secara sistematis dengan bantuan statistik. Data dikumpulkan dari pengukuran langsung di lapangan serta informasi tambahan yang diberikan oleh perusahaan.

Data yang diperoleh dari observasi langsung mencakup nilai getaran, yang kemudian diproses menggunakan perangkat lunak *Thor* untuk menghitung *Peak Particle Velocity* (PPV). Proses ini memungkinkan identifikasi tiga gelombang berbeda, yaitu gelombang transversal, longitudinal, dan vertikal dengan cara mengumpulkan data menggunakan alat *Micromate*. MIC dapat ditentukan dari lubang yang meledak secara bersamaan, penentuan ini dapat diketahui dengan menggunakan bantuan software *Blastplan*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri peledakan aktual

Peledakan yang dilakukan oleh PT ABC menggunakan lubang bor dengan diameter 7 inch dan pola pemboran yang digunakan yaitu *staggered patter*. Untuk jenis peledakan yang digunakan pada PT X di Pit Morako yaitu elektronik. Delay yang digunakan untuk surface delay yaitu 28 ms, dan 65 ms untuk rangkaian *echelon*, sedangkan untuk rangkaian *boxcut* menggunakan satu pembeda delay yaitu 14 ms, rata-rata kedalaman lubang yang ada pada Pit Morako yaitu 8 m yang dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah lubang yang meledak secara bersamaan, jumlah isian yang digunakan dan jumlah lubang dapat mempengaruhi getaran yang dihasilkan yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Geometri peledakan aktual

No	Geometri Peledakan	Besar
1	Spasi (m)	8
2	Burden (m)	7
3	Kedalaman (m)	8
4	Diameter lubang (Inch)	7
	Powder Factor	
5	(kg/bcm)	0,2
6	Stemming (m)	4,5
7	Surface Delay (ms)	28, 65

Tabel 2. Data MIC dan Jumlah lubang dalam satu hari

No	Tanggal	MIC (kg)	Jumlah Hole
1	11/8/2023	99	162
2	11/22/2023	99	75
3	11/24/2023	92	90
4	12/3/2023	62	83
5	12/4/2023	99	85
6	12/5/2023	65	82
7	12/8/2023	90	49
8	12/10/2023	90	70
9	12/16/2023	68	59
10	12/19/2023	92	138

Data Getaran Peledakan**1. Data pengukuran PPV aktual**

Pengukuran data getaran tanah dilakukan pada area pemukiman warga yang dipasang ± 1 m dari rumah warga dengan menggunakan micromate yang dipasangkan dengan alat geophone. Getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan menghasilkan PPV yang terdiri dari 3 gelombang yang diterima oleh geophone, yaitu gelombang longitudinal, transversal dan vertikal. Untuk masing-masing gelombang memiliki frekuensi dengan satuan (Hz). Hasil pengukuran nilai getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai hasil getara tanah pengukuran aktual

Tanggal	MIC (kg)	Jarak (m)	PPV Aktual (mm/s)
11/8/2023	99	932	1.088
11/22/2023	99	613	3.46
11/24/2023	92	836	2.034
12/3/2023	99	580	3.476
12/4/2023	99	704	3.05
12/5/2023	65	920	0.733
12/8/2023	90	978	1.277
12/10/2023	90	655	2.711
12/16/2023	68	540	2.041
12/19/2023	92	620	3.334

2. Penentuan Nilai k dan β

Untuk menentukan nilai k dan β dilakukan menggunakan analisis regresi power. Penentuan nilai K dan β melalui hubungan antara nilai *scaled distance* terhadap *nilai peak particle velocity*. Nilai k dan β pada analisis ini dipengaruhi oleh nilai jarak pengukuran serta

isian bahan peledak per *delay*. Untuk perhitungan nilai *scaled distance* dapat menggunakan data MIC dan jarak pengukuran.

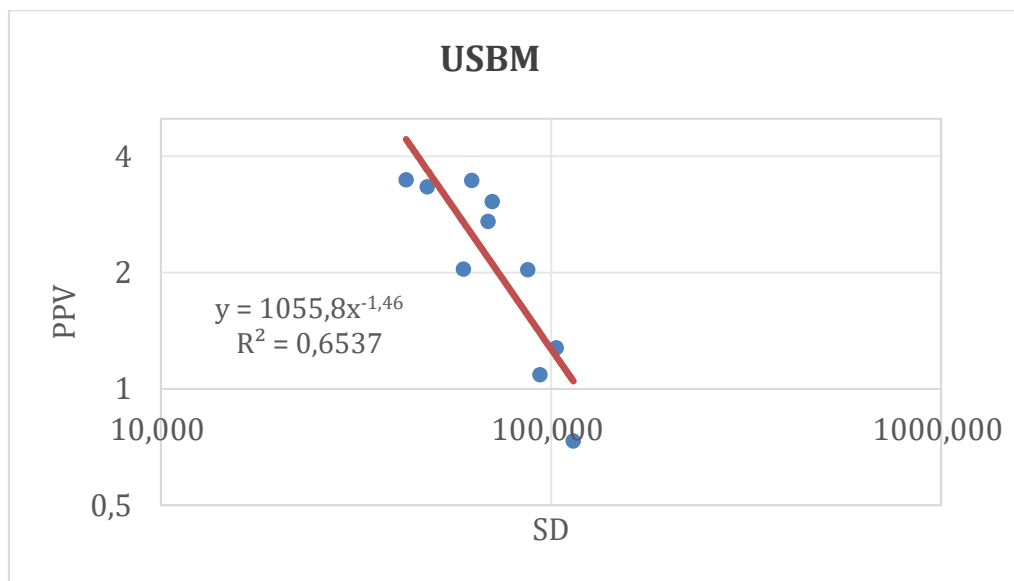
Sebagai contoh perhitungan *square root scaled distance* pada 8 November 2023 :

$$SD = \frac{932}{\sqrt{1}} = 93,670$$

Sebagai contoh perhitungan *cubic root scaled distance* pada 8 November 2023 :

$$SD = \frac{932}{\sqrt[3]{1}} = 201,498$$

Pentuan pengukuran getaran peledakan berdasarkan jarak terdekat area rumah warga dari lokasi peledakan, lokasi pengukuran dilakukan pada tanah yang padat sehingga gelombang yang merambat dapat diterima dengan baik. Jarak antara lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran dapat mempengaruhi nilai *scaled distance*, selain itu isian bahan peledak per lubang dapat mempengaruhi nilai *scaled distance*. Semakin dekat jarak antara lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran, maka nilai *scaled distance* yang dihasilkan akan mengecil, semakin besar nilai isian bahan peledak yang digunakan maka nilai *scaled distance* yang dihasilkan akan kecil.



Gambar 1. Grafik PPV terhadap scaled distance persamaan USBM

Pada Gambar 1 dengan menggunakan analisis regresi power dengan menggunakan 10 data pengukuran aktual yang telah diambil di lapangan dan perhitungan nilai *scaled distance* yang telah dihitung, didapatkan nilai k sebesar 25900 dan nilai β sebesar -2.174.

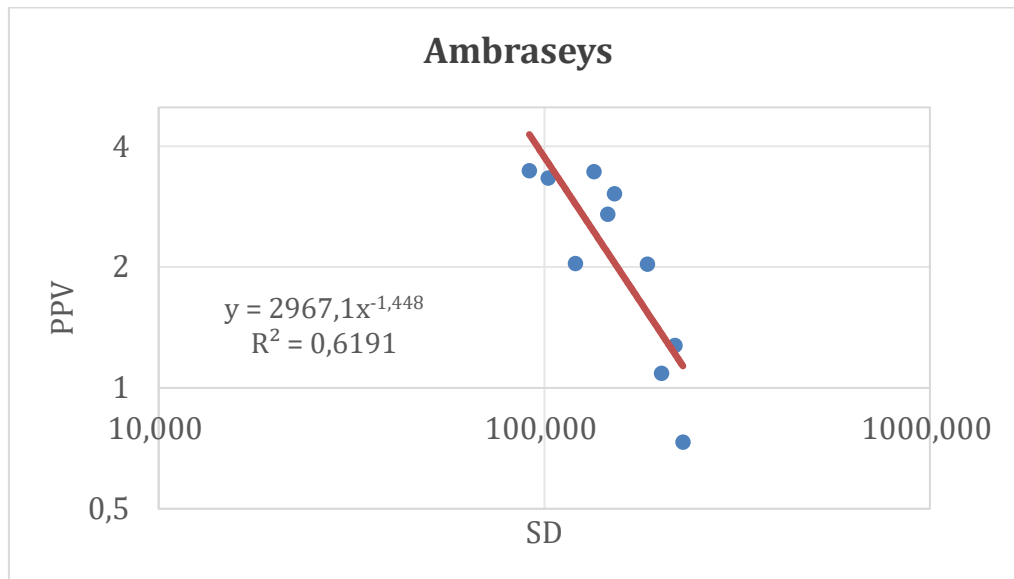
Pada penentuan nilai k dan β yang dapat dilihat pada Gambar 2, dari grafik antara nilai PPV dengan nilai *scaled distance* diketahui nilai k yang didapatkan sebesar 137147 dan nilai β sebesar -2,182. Sehingga dari penentuan nilai k dan β melalui dua persamaan, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan PPV prediksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Prediksi PPV dengan persamaan USBM

$$PPV = 1055,8 (SD)^{-1,46} \quad (1)$$

2. Prediksi PPV dengan

$$PPV = 2967,1 (SD)^{-1,448} \quad (2)$$



Gambar 2 Grafik PPV terhadap scaled distance persamaan Ambraseys-Hendron

3. Prediksi PPV menggunakan persamaan USBM dan Ambraseys-Hendron

Setelah melakukan penentuan nilai k dan β , maka dapat dilakukan perbandingan PPV prediksi. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui kesamaan antara PPV prediksi dengan PPV aktual yang dapat dilihat pada Tabel 4. Dengan demikian, hasil analisis dapat dievaluasi lebih lanjut. Hal ini berguna untuk memastikan keakuratan prediksi yang telah dilakukan.

Tabel 4. Presentase Kesamaan PPV prediksi dengan PPV aktual

Tanggal	PPV Aktual	USBM	Ambraseys
08/11/2023	1,088	81%	85%
22/11/2023	3,460	93%	90%
24/11/2023	2,034	77%	76%
03/12/2023	3,476	47%	48%
04/12/2023	3,050	81%	78%
05/12/2023	0,733	84%	75%
08/12/2023	1,277	85%	85%
10/12/2023	2,711	96%	96%
16/12/2023	2,041	57%	52%
19/12/2023	3,334	59%	59%
Rata-Rata		76%	74%

Pada Tabel 4 diatas nilai PPV prediksi yang dihasilkan oleh persamaan USBM rata-rata kesamaan sebesar 76% dari data aktual yang diambil dilapangan, dan untuk nilai PPV prediksi yang dihasilkan oleh persamaan Ambraseys memiliki nilai rata-rata sebesar 74%. Sehingga dari kedua presentase kesamaan tersebut, penggunaan persamaan USBM dan Ambraseys-Hendron dapat digunakan untuk penentuan isian. Perhitungan menggunakan persamaan 1 dan 2 untuk menentukan isian dengan membatasi nilai PPV 3 mm/s sesuai dengan nilai PPV pada SNI 7571:2010 dengan kriteria rumah dengan pondasi kayu serta lantai yang terbuat hanya dari adukan semen saja. Penentuan nilai isian berdasarkan jarak dari 500 m – 1000 m yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai prediksi PPV terhadap isian dan jarak dengan nilai k dan β USBM

	3	4	5	6	7	8	Kedalaman (m)
Jarak	33,6	44,8	56	67,2	78,4	89,6	Isian (kg) PF 0,2
400	0,93	1,07	1,19	1,30	1,40	1,49	
450	0,78	0,90	1,00	1,09	1,18	1,26	
500	0,67	0,77	0,86	0,94	1,01	1,08	
550	0,58	0,67	0,75	0,81	0,88	0,94	
600	0,51	0,59	0,66	0,72	0,77	0,83	
650	0,46	0,52	0,58	0,64	0,69	0,73	
700	0,41	0,47	0,52	0,57	0,62	0,66	
750	0,37	0,43	0,47	0,52	0,56	0,60	
800	0,34	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	
850	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	
900	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	
950	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	
1000	0,24	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	

Tabel 6. Nilai prediksi PPV terhadap isian dan jarak dengan nilai k dan β Ambraseys

	3	4	5	6	7	8	Kedalaman (m)
Jarak	33,6	44,8	56	67,2	78,4	89,6	Isian (kg) PF 0,2
400	2,76	3,17	3,53	3,85	4,15	4,43	
450	2,33	2,67	2,97	3,25	3,50	3,73	
500	2,00	2,29	2,55	2,79	3,00	3,20	
550	1,74	2,00	2,22	2,43	2,62	2,79	
600	1,53	1,76	1,96	2,14	2,31	2,46	
650	1,37	1,57	1,75	1,91	2,05	2,19	
700	1,23	1,41	1,57	1,71	1,85	1,97	
750	1,11	1,27	1,42	1,55	1,67	1,78	
800	1,01	1,16	1,29	1,41	1,52	1,62	
850	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49	
900	0,85	0,98	1,09	1,19	1,28	1,37	
950	0,79	0,91	1,01	1,10	1,19	1,26	
1000	0,73	0,84	0,94	1,02	1,10	1,17	

Dapat dilihat pada Tabel 5 dengan menggunakan nilai k dan β persamaan USBM pada isian 33,6 kg pada lubang 3 m dengan jarak 400 m didapatkan nilai PPV prediksinya sebesar 0,93 mm/s sedangkan, sedangkan pada isian 89,6 kg pada lubang 8 m dengan jarak 400 m didapatkan nilai PPV prediksinya sebesar 1,49 mm/s. Selanjutnya pada Tabel 6 dengan menggunakan nilai k dan β persamaan Ambraseys pada isian 33,6 kg pada lubang 3 m dengan jarak 400 m diketahui nilai PPV prediksinya sebesar 2,76, sedangkan pada isian 89,6 kg pada

lubang 8 m dengan jarak 400 m diketahui nilai PPV prediksinya sebesar 4,43 mm/s. Hal ini disebabkan adanya perbedaan pada nilai k dan β yang telah ditentukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian ini bahwa dengan menggunakan dua persamaan perhitungan PPV prediksi terdapat perbedaan yang cukup jauh, hal ini disebabkan adanya perbedaan pada nilai k dan β yang telah ditentukan. Jumlah bahan peledak yang digunakan untuk meledakan satu lubang, serta jarak pengukuran yang dilakukan dapat mempengaruhi nilai getaran yang diterima oleh alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartami, P. N. P. T. T. M. H. (2019): Jurnal Analisis Getaran Peledakan Terhadap Pabrik Pengolahan Emas PT.Agincourt Resources, 1–2.
- Kasbillah; Winarno, A. R. L. R. (2023): Jurnal Analisis Pengaruh Muatan Bahan Peledak dan Delay Peledakan Terhadap Tingkat Getaran.
- Yulia Minara, and Yulhendra, D. (2022): *Analisis Pengurangan Getaran Tanah Hasil Peledakan Overburden di Pit Agathis PT Kalimantan Prima Persada Jobsite HJUR, Rantau, Kalimantan Selatan*, Jurnal Bina Tambang, 5.
- ERCİNS, S. (2021): Prediction of Blast-Induced Ground Vibration with ANN and Prediction Performance, *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 5(2), 205–211. <https://doi.org/10.46460/ijiea.978343>