



Analisis Getaran Peledakan Tambang Batubara di PT. X, Tenggarong Seberang Terhadap Pemukiman

Rifai A*, Suparta W, Winarti

Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 4/7/2024

Revised : 28/12/2024

Published : 29/12/2024



Creative Commons Attribution-
ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 4

No. : 2

Halaman : 93 - 102

Terbitan : Desember 2024

Terakreditasi Sinta [Peringkat 5](#)

berdasarkan Ristekdikti

No. 177/E/KPT/2024

ABSTRAK

Peledakan dalam pertambangan bertujuan untuk membraikan batuan menjadi fragmentasi yang standar (<70cm), sehingga memotong waktu produksi dalam aktivitas *ripping unit dozer* dan mempercepat *digging time unit loader*. Namun, aktivitas peledakan berdampak pada getaran yang memicu permasalahan di area pemukiman sekitar pertambangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis getaran peledakan sehingga didapatkan rekomendasi isian bahan peledak dan teknik peledakan yang paling optimal digunakan untuk menghasilkan getaran yang rendah (<2mm/s). Penelitian ini menggunakan metoda analisa regresi linear terhadap peak vector sum (PVS) yang didapatkan dari pengukuran getaran di lapangan dan *scale distance* yang diolah dari data jarak peledakan, isian bahan peledak, hingga diketahui nilai konstanta $K=62,284$ dan $\beta=0,878$ untuk memprediksi nilai peak vector sum. Dari hasil penelitian diketahui ketepatan PVS prediksi dan aktual mencapai 78%, dan korelasi *scale distance* terhadap PVS hanya mencapai 15% sehingga perlu dikorelasikan dengan pola perangkaian beserta aksesoris delay yang digunakan. Terdapat dua peledakan yang melebihi ambang batas yaitu PVS 2.054mm/s dan 2.901mm/s pada jarak keduanya 575m dengan pola echelon. Disimpulkan bahwa rekomendasi $PVS < 2\text{mm/s}$ untuk jarak 571m maksimal isian 121kg, 500m maksimal isian 92kg, jarak 400m maksimal isian 59kg, dan 300m maksimal isian 33kg dengan menggunakan IHD6500ms dan partisi IHD500ms serta SDD 175ms untuk pola peledakan yang digunakan *hole by hole*.

Kata Kunci : Peak Vector Sum, Peledakan, Scale Distance

ABSTRACT

Blasting in mining aims to break rocks into standard fragmentation (<70cm), so it can cut production time. However, blasting has vibration problems that impact nearby settlements. This study aims to analyze vibration in order to obtain recommendations for the most optimal explosive charge and blasting technique used to produce low vibration (<2mm/s). This research uses linear regression analysis on PVS obtained from vibration measurement processed from blasting distance data, explosive charge, until the constant value of $K = 62.284$ and $\beta = 0.878$ is known to predict PVS value. It is known that the accuracy of predicted and actual PVS reaches 78%, and the correlation of SD to PVS only reaches 15%, so it needs to be correlated with the assembly pattern and delay accessories used. There were two blasts that exceeded the threshold, namely PVS 2.054mm/s and 2.901mm/s at a distance of both 575m with an echelon pattern. It is concluded that the recommendation of $PVS < 2\text{mm/s}$ for a distance of 571m is a maximum charge of 121kg, 500m is a maximum charge of 92kg, 400m is a maximum charge of 59kg, and 300m is a maximum charge of 33kg using IHD6500ms and IHD500ms partition and SDD 175ms for the blasting pattern used *hole by hole*.

Keywords: Explosive, Peak Vector Sum, Scale Distance

Copyright© 2024 The Author(s)

Corresponding Author : Email : 4200232004@students.itny.ac.id

Indexed : Garuda, Crossref, Google Scholar

DOI : <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.4371>

A. Pendahuluan

Pertambangan merupakan aktivitas mulai dari tahap penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang secara garis besar meliputi penyelidikan awal, eksplorasi kondisi bawah permukaan, studi kelayakan terhadap sumber cadangan, konstruksi untuk menunjang aktivitas eksploitasi, eksploitasi, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, hingga kegiatan paskatambang seperti reklamasi (Undang-Undang (UU) Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara, 2009). Tujuan aktivitas pertambangan yaitu mengambil mineral atau batubara, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembangkit listrik, bahan industri, bahan energi, perhiasan, dsb. Batubara merupakan salahsatu bahan galian berupa sendimen organik yang terbentuk dari tumbuhan dengan sifat kayu yang kuat yang terurai secara biokimia, kimia dan fisika oleh bakteri anaerob dengan kondisi bebas oksigen yang dipengaruhi oleh pressure dan temperature tinggi pada periode waktu yang panjang (Priyono, 1992). Baik pada pertambangan mineral maupun Batubara diperlukan aktivitas peledakan untuk memberai material penutup dengan tujuan untuk memangkas waktu produksi dalam proses pemberaian batuan yang biasa dilakukan dengan proses ripping oleh unit dozer (Adam *et al.*, 2021). Namun, pada aktivitas peledakan tersebut akan berdampak terhadap issue social terkait getaran yang dihasilkan, karena pada tingkat batas tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan maupun pada struktur lereng di sekitar area peledakan (Handoyo, 2012).

Faktor-faktor yang dapat dikontrol dalam mempengaruhi nilai getaran akibat peledakan yaitu dari powder colom, jarak terhadap lokasi peledakan, dan penggunaan delay time (Joris, 2013). Getaran harus berada pada ambang batas aman (yang diizinkan) berdasarkan SNI 7571, 2010 yang dapat diketahui melalui pengukuran getaran di dekat wilayah aman penduduk dan berada di radius jarak aman manusia (BSN, 2024). Harapannya dengan getaran yang rendah, dapat menghasilkan fragmentasi yang sesuai standar yaitu < 70 cm untuk material OB dan < 30 cm untuk permintaan material counterweight, kontrol terbesar terhadap kualitas fragmentasi yaitu dari geometri peledakan yang disesuaikan dengan jumlah isian sehingga pada fragmentasi tidak terdapat bongkah atau material keras blasting, kondisi jenjang yang stabil, serta keamanan alat-alat mekanis dan keselamatan para pekerja yang terjamin (Birawan Sulistiyono, 2022; Halir *et al.*, 2023). Aktivitas peledakan yang menghasilkan getaran tersebut diawali dari proses pengeboran mulai dari penentuan lokasi, persiapan lokasi, penitikan sesuai burden dan spacing, dan pengeboran lubang ledak, kemudian dilakukan aktivitas peledakan dimulai dari charging bahan peledak, perangkaian aksesoris, evakuasi, peledakan dan diakhiri dengan pengecekan peledakan dan fragmentasi batuan yang dihasilkan serta hasil pengukuran getaran (Baskara *et al.*, 2020; Salu *et al.*, 2024).

Daerah penelitian berada di Cekungan Kutai berumur tersier, yang meliputi wilayah seluas ± 165.000 km² dan ketebalan 14 km. Cekungan Kutai merupakan cekungan terbesar dan terdalam di Indonesia bagian timur, yang terletak di tepi bagian timur dari Paparan Sunda, yang dihasilkan akibat gaya ekstensi di bagian selatan Lempeng Eurasia (George P *et al.*, 1998). Selain itu menurut (Sasmito *et al.*, 2014) dijelaskan bahwa lokasi penelitian terletak pada Formasi Balikpapan yang secara urutan dari umur tua ke muda disusun oleh claystone, sandstone, dan alluvial deposit serta cadangan Batubara yang menyusunnya (F. Wardhana *et al.*, 2020). Dari cekungan tersebut, diketahui bahwa wilayah di Tenggarong Seberang kaya akan sumberdaya Batubara, sehingga penulis memilih lokasi tersebut sebagai lokasi penelitian (Ridho Permana & Heriyadi, n.d.).

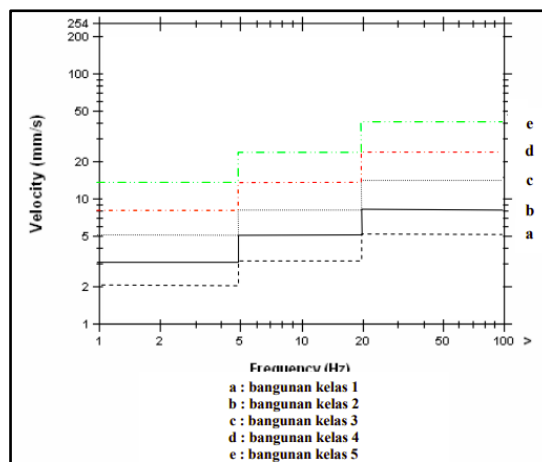
Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisa permasalahan dari aktivitas peledakan dalam pertambangan yang difokuskan optimalisasi isian bahan peledak terhadap nilai getaran yang dihasilkan sehingga dapat direkomendasikan terhadap isian handak, pola perangkaian, dan delay aksesoris yang digunakan (Kasbillah *et al.*, 2023).

B. Metode Penelitian

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan survei kelapangan untuk mengkategorikan jenis bangunan di wilayah sekitar lokasi peledakan hingga diketahui nilai ambang batas getarannya yang disimbolkan dalam cepat rambat peak vector sum (PVS) kemudian diklasifikasikan berdasarkan (SNI : Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka terhadap Bangunan).

Tabel 1. Kelas dan Jenis Bangunan beserta *Peak Vector Sum* dalam SNI 7571 : 2010

Jenis Bangunan	Kelas	PVS (mm/detik)
Bangunan kuno yang dilindungi UU cagar budaya	1	2
Bangunan dengan pondasi, pasangan bata termasuk bangunan pondasi kayu dan lantai dari adukan semen	2	3
Bangunan berpondasi, pasangan bata, adukan semen, dan slope beton	3	5
Bangunan berpondasi, pasangan bata, adukan semen, kolomh dan rangka diikat ring	4	7 s/d 20
Bangunan berondasi, pasangan bata, adukan semen, slope beton, kolom, dan diikat rangka baja	5	12 s/d 40



Gambar 1. Grafik baku tingkat getaran terhadap bangunan dalam SNI 7571 : 2010

Cara mudah dalam mengevaluasi nilai getaran yaitu menggunakan scale distance yang berkaitan dengan jarak pengukuran getaran dengan muatan maksimum bahan peledak yang dirumuskan oleh (Dowding & Charles H, 1984).

$$SD = \frac{D}{\sqrt{W}} \tag{1}$$

Keterangan :

- D = Jarak pengukuran getaran dengan lokasi peledakan
- W = Isian maksimum bahan peledak per waktu tunda

Ground vibration berkaitan dengan kecepatan pada jarak dalam perambatan per waktu tunda (delay) (Hidayat et al., 2020). PPV/PVS ini sangat bergantung pada scale distance dalam mengatur nilai besar dari perambatan energi getaran yang dirambatkan didepan lubang bor sebagai hasil dari aktivitas peledakan. Rumus yang digunakan mengacu pada persamaan USBM (Ganda M et al., 2009).

$$\left(PPV = K \frac{D}{\sqrt{W}} \right)^B \tag{2}$$

Keterangan :

- PPV = Ground Vibration (mm/s)
- D = Jarak pengukuran getaran dengan lokasi peledakan
- W = Isian maksimum bahan peledak per waktu tunda
- K = Konstanta yang bergantung pada kualitas batuan
- B = Faktor scaling sepat rambat gelombang

Kemudian dilakukan analisa terhadap data hasil pengukuran getaran pada bulan Juni 2021, yang dikorelasikan dengan data dari database BMIS untuk mendapatkan data PVS aktual, jarak pengukuran getaran terhadap lokasi peledakan, dan isian bahan peledak, serta dilakukan pengumpulan data blast report untuk mengetahui aksesoris yang digunakan beserta pola perangkaannya. yang seluruh data tersebut diolah menggunakan analisa regresi linear sehingga dapat diketahui nilai konstanta dan faktor scalingnya. Hasil analisa data tersebut dievaluasi untuk didapatkan rekomendasi terhadap isian bahan peledak (Pasaribu & Yulhendra, 2022). Selain itu dilakukan analisa terhadap pola pengeboran dan pola perangkaian dengan menggunakan software shotplus (Sundari, 2019).

C. Hasil dan Pembahasan

Tipe Bangunan di Sekitar Lokasi Peledakan

Berdasarkan hasil survey terhadap kualitas bangunan di sekitar area peledakan, diketahui bahwa kelas bangunan tergolong pada kelas 2 (Bangunan dengan pondasi, pasangan bata termasuk bangunan pondasi kayu dan lantai dari adukan semen), sehingga nilai *peak vector sum* maksimal standar getaran yang dihasilkan dari aktivitas peledakan yaitu 3,0 mm/s, namun dengan pertimbangan demo warga akibat gangguan getaran pada jam istirahat warga maka disepakati untuk getaran yang diizinkan yaitu 2,0 mm/s.



Gambar 2. Bangunan (1) pada area sekitar lokasi pertambangan (Desa Bhuana Jaya)



Gambar 3. Bangunan (2) pada area sekitar lokasi pertambangan (Desa Bhuana Jaya)

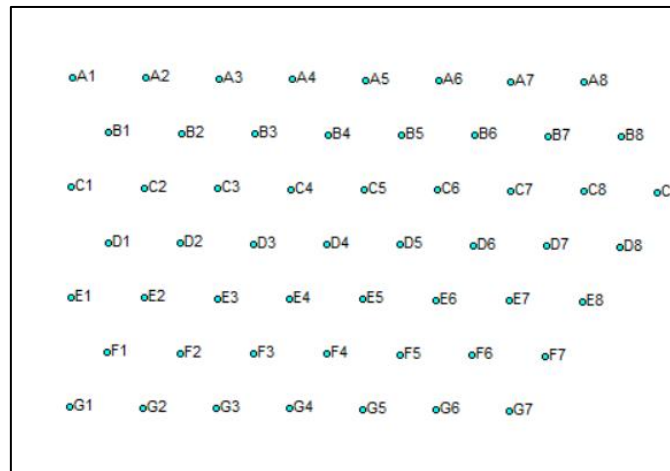
Geometri Peledakan

Geometri peledakan selama aktivitas peledakan tidak menggunakan *subdrill*, dimana pada satu lubang ledak hanya terdiri dari tinggi *stemming* dan tinggi isian bahan peledak yang disesuaikan dengan beberapa percobaan untuk mengetahui nilai optimalnya, kemudian *burden* dan *spacing* yang digunakan yaitu 6 meter dan 8 meter, serta kedalaman 6.5 meter (Fadhila *et al.*, 2022).

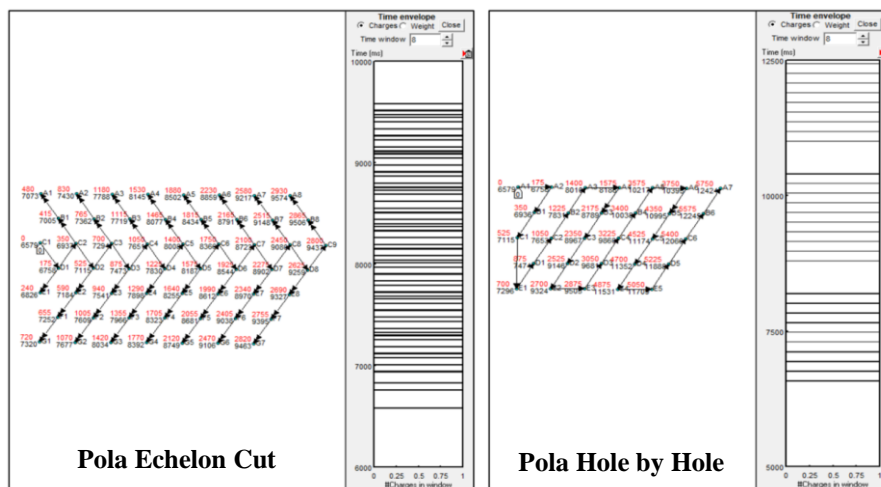
Pola Pengeboran dan Perangkaian

Pola pengeboran dengan *staggered patern* (*zig-zag*) dengan tujuan agar dihasilkan distribusi energi yang maksimal. Pola perangkaian memiliki peran dalam menghasilkan nilai getaran yang dikontrol dari *delay* (waktu tunda), pada penelitian ini digunakan pola *echelon cut* dan pola *hole by hole*. Perlengkapan aksesoris

yang digunakan pada perangkaian peledakan menggunakan *delay* yang tinggi untuk meminimalisir getaran, dengan inisiasi perangkaian menggunakan non elektrik. Pada pola *hole by hole* digunakan *IHD 6500 ms* dan *IHD 500 ms* sebagai partisi serta digunakan *SDD 175 ms*, pola ini khususkan untuk kondisi material OB *soft rock < 10.2 Mpa* dan jumlah lubang yang tidak lebih dari 35 lubang, namun masih dapat disesuaikan jumlah lubangnya bila material OB tergolong *soft*. Kemudian pada pola *echelon cut* digunakan *IHD 6500 ms* dan digunakan *SDD 175 ms* pada *row control* dan *SDD 65 ms* pada sayap, pola ini khususkan untuk kondisi material OB *hard rock > 10.2 Mpa*.



Gambar 4. Pola Pengeboran *staggerd*



Gambar 5. Pola Perangkaian Peledakan

Analisa Hasil Pengukuran Getaran

Pengukuran dilapangan dibantu dengan alat *Blasmate*. Lokasi pengukuran di pemukiman terdekat dari lokasi peledakan PT.X. Kemudian dilakukan analisa antara *scale distance* dengan PVS, dimana faktor pengaruh utamanya yaitu dari jumlah isian bahan peledak dan jarak pengukuran. Berikut data Scale Distance yang dihasilkan dari analisa hasil pengukuran getaran.

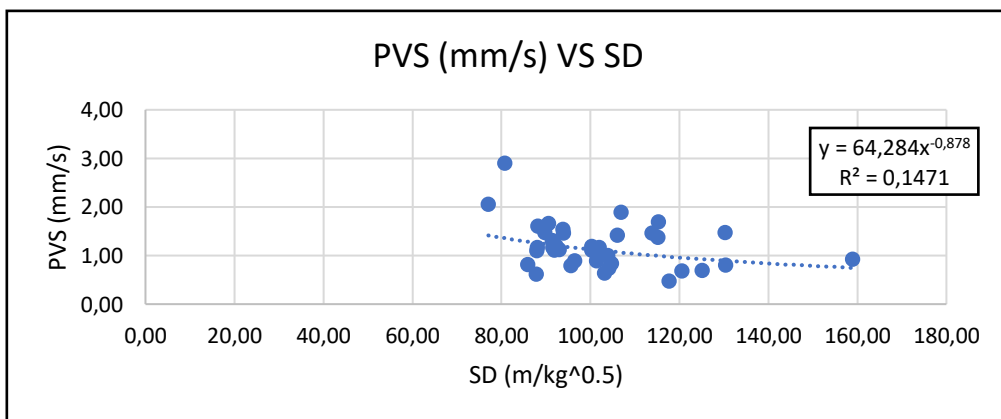
Tabel 2. Analisa Hasil Pengukuran Getaran (PVS) pada Juni 2021

Tanggal	Id Blast	Jumlah Lubang	Isian per Lubang (Kg)	PVS (mm/sec)	Jarak Pengukuran (m)	Scale Distance	Pola Perangkaian	Keterangan Pengukuran
1 Jun 21	1466	37	48.65	0.64	720	103	Hole by Hole	Rumah Misidi Hole

Tanggal	Id Blast	Jumlah Lubang	Isian per Lubang (Kg)	PVS (mm/sec)	Jarak Pengukuran (m)	Scale Distance	Pola Perangkaian	Keterangan Pengukuran
	1467	65	46.15	0.69	850	125	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
2 Jun 21	1468	45	53.33	0.48	860	118	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
3 Jun 21	1469	37	54.05	0.83	770	105	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
	1470	93	55.91	1.11	750	100	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
4 Jun 21	1471	101	54.46	1.17	680	92	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1472	54	50.00	1.11	650	92	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
5 Jun 21	1473	95	50.53	1.31	650	91	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
6 Jun 21	1474	84	52.38	1.47	650	90	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1475	51	54.90	2.05	571	77	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
7 Jun 21	1476	76	50.00	2.90	571	81	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1477	93	55.91	1.89	800	107	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
8 Jun 21	1478	101	53.47	1.00	760	104	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
9 Jun 21	1479	78	55.13	1.16	680	92	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1480	85	55.29	1.60	656	88	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
10 Jun 21	1482	100	54.00	1.17	750	102	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
11 Jun 21	1483	96	54.17	1.13	679	92	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1485	40	35.00	0.89	571	97	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
12 Jun 21	1486	33	39.39	0.93	998	159	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
	1487	124	57.26	1.13	704	93	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
13 Jun 21	1488	75	57.33	1.10	666	88	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
14 Jun 21	1489	82	53.94	1.66	666	91	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1490	40	52.50	1.54	680	94	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
	1491	43	53.49	0.79	700	96	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
15 Jun 21	1492	63	53.97	1.42	779	106	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1493	57	47.37	0.68	830	121	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
16 Jun 21	1494	65	55.38	1.20	687	92	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
17 Jun 21	1495	60	55.00	1.46	697	94	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1496	40	52.50	1.18	727	100	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
18 Jun 21	1497	49	32.65	1.37	658	115	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
	1498	33	54.55	0.74	769	104	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
19 Jun 21	1499	86	37.21	1.46	695	114	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
20 Jun 21	1500	48	56.25	0.62	659	88	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi
	1501	82	54.88	1.47	965	130	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
21 Jun 21	1502	120	55.83	0.80	975	130	<i>Echelon Cut</i>	Rumah Misidi
	1504	30	56.67	0.81	647	86	<i>Hole by Hole</i>	Rumah Misidi

Tanggal	Id Blast	Jumlah Lubang	Isian per Lubang (Kg)	PVS (mm/sec)	Jarak Pengukuran (m)	Scale Distance	Pola Perangkaian	Keterangan Pengukuran
22 Jun 21	1505	42	57.14	1.16	666	88	Hole by Hole	Rumah Misidi
23 Jun 21	1507	61	39.34	1.69	723	115	Echelon Cut	Rumah Misidi
24 Jun 21	1508	47	51.06	0.89	725	101	Hole by Hole	Rumah Misidi
	1509	66	36.36	1.75	706	117	Echelon Cut	Rumah Misidi
25 Jun 21	1510	65	30.77	1.90	511	92	Echelon Cut	Rumah Misidi
	1511	77	51.95	0.72	972	135	Hole by Hole	Rumah Misidi
26 Jun 21	1512	30	43.33	0.72	979	149	Hole by Hole	Rumah Misidi
	1513	46	50.00	1.50	719	102	Echelon Cut	Rumah Misidi
27 Jun 21	1514	61	55.74	1.02	972	130	Echelon Cut	Rumah Misidi
	1515	30	46.67	0.82	720	105	Hole by Hole	Rumah Misidi
28 Jun 21	1516	55	36.36	1.17	777	129	Echelon Cut	Rumah Misidi
	1517	57	49.12	1.34	707	101	Echelon Cut	Rumah Misidi
29 Jun 21	1518	50	54.00	1.28	674	92	Echelon Cut	Rumah Misidi
	1519	84	53.57	1.16	720	98	Echelon Cut	Rumah Misidi
30 Jun 21	1520	23	43.48	1.74	673	102	Hole by Hole	Rumah Misidi
	1521	56	46.43	0.60	982	144	Hole by Hole	Rumah Misidi

Hasil analisis hubungan antara *scale distance* dan *peak vector sum* aktual di analisis dengan metoda regresi linear sehingga dapat dilihat pada diagram diatas. Hasil dari pengukuran getaran pada bulan Juni 2024 didapatkan rata-rata nilai PVS sebesar 1,19 mm/s yang masih berada pada standar batas yang telah ditentukan yaitu sebesar 2 mm/s. terdapat dua peledakan yang melebihi ambang batas yaitu terjadi pada ID 1475 (6 Juni 2024) PVS 2.054mm/s pada jarak 571 m dan ID 1476 (7 Juni 2024) 2.901mm/s pada jarak 571m dengan pola perangkaian yang digunakan *echelon cut (boxcut)*. Penggunaan jumlah bahan peledak dapat di optimalkan lagi dengan melakukan analisa terkait *scale distance* yang dikorelasikan dengan *peak vector sum*, yang dijadikan sebagai dasar data dalam analisa regresi yang disajikan dalam bentuk diagram berikut (Jefry Yandus et al., 2023).



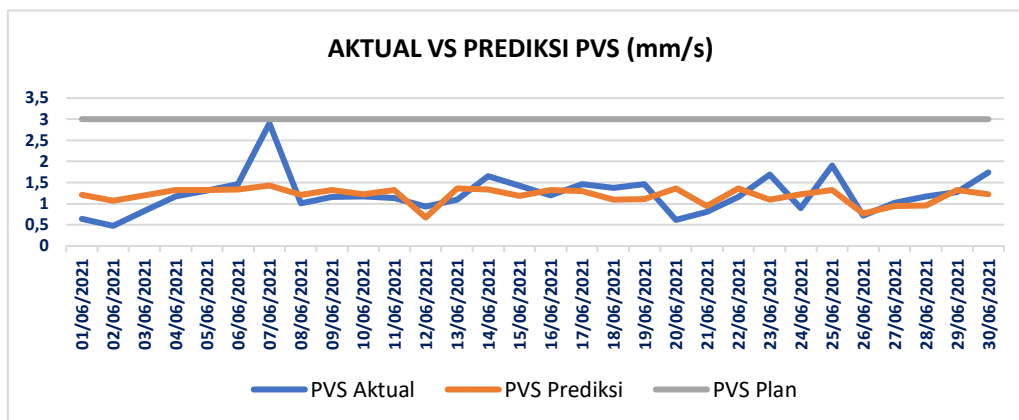
Gambar 6. Diagram regresi antara PVS dan SD pada Juni 2021

Pada gambar 7 terdapat korelasi antara *peak vector sum* dengan *scale distance* yang dapat disimpulkan bahwa setiap peningkatan nilai *scale distance* berbanding lurus dengan penurunan nilai PPV aktual. Dari hasil penelitian diketahui ketepatan PVS prediksi dan aktual mencapai 78%, dan korelasi *scale distance terhadap*

PVS hanya mencapai 15% berdasarkan koefisien determinasi sehingga perlu dikorelasikan dengan pola perangkaian beserta aksesoris delay yang digunakan. Konstanta yang didapatkan pada persamaan untuk nilai PPV prediksi yaitu $K= 64,284$ dan $M=-0,878$ dimana nilai konstanta tersebut dapat digunakan untuk menghitung prediksi getaran yang akan dihasilkan pada peledakan selanjutnya.

Analisis Prediksi Getaran

Prediksi getaran disajikan dalam grafik, yang menggambarkan cepat rambat getaran pada massa batuan ke arah pemukiman penduduk. Prediksi getaran disimbolkan oleh PPV berdasarkan persamaan dari USBM dengan mengetahui nilai konstanta, jarak pengukuran, dan berat isian per delay. Pada penelitian ini, nilai konstanta telah didapatkan pada analisis regresi menggunakan software Microsoft office excel yaitu $K 64,284$ dengan nilai $M -0.878$.



Gambar 7. Grafik Aktual vs Prediksi PVS

Perhitungan prediksi menggunakan rumus USBM dimana nilai ketepatan perhitungan prediksi sebesar 78% yang digunakan sebagai acuan dalam memberikan rekomendasi untuk peledakan selanjutnya yang disajikan dalam rekomendasi pada pengukuran di 575 m, 500 m, 400 m, dan 300 m.

Tabel 3. Perhitungan kebutuhan isian bahan peledak pada jarak 575m

R (m)	K	β	Qmax (Kg)	PPV Prediksi (mm/s)
575	64.284	-0.878	121	1.99277058
575	64.284	-0.878	120	1.98552378

Tabel 4. Perhitungan kebutuhan isian bahan peledak pada jarak 500 m

R (m)	K	β	Qmax (Kg)	PPV Prediksi (mm/s)
500	64.284	-0.878	91	1.98804587
500	64.284	-0.878	92	1.99760715

Tabel 5. Perhitungan kebutuhan isian bahan peledak pada jarak 400 m

R (m)	K	β	Qmax (Kg)	PPV Prediksi (mm/s)
400	64.284	-0.878	59	1.9993934
400	64.284	-0.878	58	1.98444519

Tabel 6. Perhitungan kebutuhan isian bahan peledak pada jarak 300 m

R (m)	K	β	Qmax (Kg)	PPV Prediksi (mm/s)
300	64.284	-0.878	33	1.99442657
300	64.284	-0.878	32	1.9676655

Rekomendasi Pada jarak kurang dari 575 m hingga 300 m dikarenakan daerah pemukiman dan pondok-pondok warga masih ada yang berada pada jarak kurang dari 500 m dikarenakan masalah pembebasan lahan. Sehingga perhitungan PVS prediksi sebagai rekomendasi hanya fokus terhadap jarak tersebut.

D. Kesimpulan

Pada penelitian ini, nilai konstanta telah didapatkan pada analisis regresi menggunakan software Microsoft office excel yaitu $K = 64,284$ dengan nilai $M = -0.878$, dengan perhitungan ketepatan perhitungan prediksi sebesar 78%.

Isian bahan peledak per lubang untuk mendapatkan hasil getaran yang sesuai standar yaitu 2 mm/s pada jarak yang diinginkan adalah sebagai berikut: pada jarak 300 m isian bahan peledak yaitu 31 kg, pada jarak 400 m isian bahan peledak yaitu 55 kg, pada jarak 500 m isian bahan peledak yaitu 86 kg dan jarak 575 m isian bahan peledak 121 kg. Pada hasil simulsi yang dilakukan pada software shotplus pada pola peledakan hole by hole dengan IHD 6500 ms, partisi IHD 500 ms, SDD 175 ms masih lebih baik dibandingkan dengan echelon dengan IHD 6500 ms, SDD 65 ms, dan SDD 175 ms.

Saran rekomendasi PVS < 2mm/s untuk jarak 571 m maksimal isian 121 kg, 500 m maksimal isian 92 kg, jarak 400 m maksimal isian 59 kg, dan 300 m maksimal isian 33 kg dengan menggunakan IHD 6500ms dan partisi IHD 500ms serta SDD 175ms untuk pola peledakan yang digunakan hole by hole, karena kontrol jeda peledakan perlubang lebih panjang dengan rata-rata hasil pengukuran kurang dari 1 mm/s.

Daftar Pustaka

- [1] Adam, R., Isjudarto, A., & Mohammad, M. A. (2021). Evaluasi geometri peledakan terhadap fragmentasi hasil pembongkaran batugamping pt. Semen tonasa provinsi sulawesi selatan. *Mining insight*, 02(Vol. 02 No. 02).
- [2] Baskara, A., Inung, A. A., Adnyano, A., & Isjudarto, A. (2020). Analisis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Pada Tambang Batubara Di Pt. Harmoni Panca Utama. In *Mining Insight* (Vol. 01, Issue 02).
- [3] Birawan Sulistiyono. (2022). Modifikasi Geometri Peledakan (Blasting) untuk Meningkatkan Efektivitas Peledakan (Blasting) di Quarry:Proyek Pembangunan Bendungan Tugu. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- [4] BSN. (2024). Standar Nasional Indonesia Nomor 7571 Tentang Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Tambang Terbuka Terhadap Bahan Bangunan, Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- [5] Dowding, & Charles H. (1984). *Effects of Repeated Blasting on a Wood Frame House*. . Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement.
- [6] Wardhana, M.T. Toha, & R. Juniah. (2020). Analisis Hasil Getaran Peledakan Menggunakan Bahan Peledak Emulsion Untuk Meningkatkan Cadangan Tertambang. *Jurnal Pertambangan*, 04.
- [7] Fadhila, Dwinagara, B., Amri, N. A., & Rauf, A. (2022). Kajian Teknis Geometris PT Semen Padang. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 8.
- [8] Ganda M, Simangunsong, & L.L. Rajagukguk. (2009). Perkiraan Getaran Tanah Akibat Peledakan Menggunakan Sistem Kecerdasan Jaringan Syaraf (Artificial Neural Network).
- [9] George P, Allen, & John L. Chambers. (1998). *Sedimentation in modern and Miocene Mahakam Delta*. Indonesian Petroleum Association.
- [10] Halir, A., Salu, S. P., & Dzakir, L. O. (2023). Pengaruh Geometri Peledakan terhadap Perolehan Fragmentasi Batu Gamping di PT. Diamond Alfa Propertindo. *Mining Science And Technology Journal*, 2(2), 127–132. <https://doi.org/10.54297/minetech-journal.v2i2.487>
- [11] Handoyo, D. (2012). *Short Course Ground Vibration, Getaran dan Airblast Peledakan*.
- [12] Hidayat, R., Cahyadi, T. A., Winarno, E., Saptono, S., & S. Koesnaryo. (2020, October). Teknik Artificial Intelligent dalam Prediksi Ground Vibration pada Peledakan.
- [13] Jefry Yandus, A., Winarno, A., Nugrho, W., Oktaviani, R., & Trides, T. (2023). Karakteristik Korelasi Sifat Fisik Terhadap Kuat Tekan Batu Pasir, Batu Lemppung, Dan Batu Lanau Formasi Balikpapan Dan Pulau Balang. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(7), 600–612. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i7.861>
- [14] Joris. (2013). Analisis Pola Rangkaian Peledakan Terhadap Tingkat Getaran Tanah (Ground Vibration Level) Pada PT. Cipta Kridatama Jobsite PT. Multi Harapan Utama, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman Samarinda.

- [15] Kasbillah, K., Winarno, A., Litha Respati, L., Oktaviani, R., & Trides, T. (2023). Analisis Pengaruh Muatan Bahan Peledak Dan Delay Peledakan Terhadap Tingkat Getaran Tanah Pada Aktifitas Peledakan. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(9). <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i9.516>
- [16] Pasaribu, P., & Yulhendra, D. (2022). Evaluasi Teknis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batu Gamping Di PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk Desa Palimanan Barat, Kecamatan Gempol, Kabupaten Cirebon, Jawa barat. *Jurnal Bina Tambang*, 7(2).
- [17] Prijono. (1992). Pengertian Batubara. PTBA.
- [18] Ridho Permana, A., & Heriyadi, B. (n.d.). Kajian Pengurangan Getaran Tanah (Ground vibration) Pada Peledakan Overburden Tambang Batubara Di PT. Artamulia TataPratama Site Tanjung Belit Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1).
- [19] Salu, S. P., Gunawan, G., & Ambarsari, I. (2024). Analisis Perbandingan Bahan Peledak Menggunakan Anfo dan Emulsion Matriks Terhadap Fragmentasi Peledakan Pada Penambangan Batugamping Quarry Blok B5 Utara PT Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 5(2), 87–94. <https://doi.org/10.56099/ophi.v5i2.p87-94>
- [20] Sasmito, K., Magister, M., Geologi, T., Veteran, U. ", & Yogyakarta, ". (2014). (). In *Jurnal Ilmiah MTG* (Vol. 7, Issue 1).
- [21] Sundari, W. (2019). Evaluasi Pola Peledakan Ditinjau Dari Pada Karakteristik Massa Batuan Wilayah Iup Pt Rpp Contractor Indonesia Job Site Jembayan Desa Buana Jaya Tenggara Seberang Kalimantan Timur Evaluation Of Explosion Patterns Reviewed From The Mass Characteristics Of Rock Area In Pt Rpp Contractor Indonesia Job Site Jembayan Village Buana Jaya Tenggara Seberang East Kalimantan. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 13(2).
- [22] Undang-undang (UU) Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. (2009).