

# Pengaruh Geometri Peledakan Fasum Gunung Siki terhadap Kontruksi Badan Bendungan PT Hutama Karya BRP KSO, Desa Sukabumi, Kecamatan Tiga Dihaji, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan

**Etikania, Yuliadi<sup>\*</sup>, Dwihandoyo Marmer**

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

etikania2407@gmail.com, yuliadibejo@gmail.com, hansmarmer@yahoo.com

**Abstract.** PT. Hutama Karya Basuki BRP KSO carries out chemical rock breaking activities by blasting. The breaking location is in the Gunung Siki Public Facilities on the Tiga Dihaji Dam project. The blasting location is close to the Dam body construction. One of the negative impacts of blasting activities is seismic waves that move in the ground originating from energy generated from nature and blasting activities. Ground vibrations will have a negative impact on the Dam construction. Therefore, research is needed to determine the effect of blasting vibrations on the Dam construction. The research method used is to conduct a comparative analysis between scaled distance (SD) and peak particle velocity (PPV). Determination of the influence of waves on the peak particle velocity value depends on the decay constant (k) and site exponent (e). The predictors used to predict the ground vibration value are USBM, Ambersay and Hendriom, and Langefors and Kihlstrom. Determination of the influence of waves on the peak particle velocity value depends on the decay constant (k) and site exponent (e). The results obtained will provide recommendations for optimal explosives that do not exceed the threshold value based on SNI 7571:2023, which is 40 mm/s. From the research results, the actual value of the peak vector sum (PVS) ranges from 0.652 mm/s - 3.479 mm/s. Based on the area of the blasting front, the optimization of explosives is planned for 60 holes that explode. Together with 5 holes with the closest distance of 118 m, the predicted PPV is 5.248 mm/s.

**Keywords:** *Ground Vibration, Predict, Recommendations.*

**Abstrak.** PT. Hutama Karya Basuki BRP KSO melakukan kegiatan pembeaian batuan secara kimiawi dengan peledakan. Lokasi pembeaian berada di Fasum Gunung Siki pada proyek Bendungan Tiga Dihaji. Lokasi peledakan dekat dengan kontruksi badan Bendungan. Salah satu dampak negatif dari kegiatan peledakan yaitu gelombang seismik yang bergerak di dalam tanah bersumber dari energi yang dihasilkan dari alam maupun kegiatan peledakan. Getaran tanah akan berdampak negatif pada kontruksi Bendungan Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari getaran peledakan terhadap kontruksi Bendungan. Metoda penelitian yang digunakan dengan melakukan analisis komparatif antara scaled distance (SD) dengan *peak particle velocity* (PPV). Penentuan pengaruh gelombang pada nilai peak particle velocity tergantung pada nilai konstanta peluruh (k) dan *site exponent* (e). Prediktor yang digunakan untuk memprediksi nilai getaran tanah yaitu USBM, Ambersay and Hendriom, dan Langefors and Kihlstrom. Penentuan pengaruh gelombang pada nilai peak particle velocity tergantung pada nilai konstanta peluruh (k) dan *site exponent* (e). Hasil yang didapatkan akan memberikan rekomendasi bahan peledak optimal yang tidak melebihi nilai ambang batas berdasarkan SNI 7571:2023 yaitu 40 mm/s. Dari hasil penelitian didapatkan nilai aktual dari peak vector sum (PVS) berkisar dari 0.652 mm/s - 3.479 mm/s. Berdasarkan luas front peledakan maka optimalisasi bahan peledak direncanakan untuk 60 lubang yang meledak Bersama 5 lubang dengan jarak terdekat 118 m didapatkanlah PPV prediksi sebesar 5.248 mm/s.

**Kata Kunci:** *Getarn Tanah, Prediksi, Rekomendasi.*

## A. Pendahuluan

Peledakan merupakan metode yang umum digunakan dalam berbagai kegiatan konstruksi, termasuk pembangunan dan pemeliharaan bendungan. Proses ini melibatkan penggunaan bahan peledak untuk memecah material batuan agar dapat digunakan atau dipindahkan sesuai kebutuhan proyek. PT Utama Karya Basuki BRP KSO melakukan kegiatan pemberaian batuan secara kimiawi dengan metode peledakan. Lokasi pemberaian berada di Fasum Gunung Siki pada proyek Bendungan Tiga Dihaji. Area peledakan ini terletak dekat dengan konstruksi badan bendungan, sehingga perlu dilakukan pengendalian dampak getaran agar tidak merusak struktur yang ada.

Peledakan yang dilakukan di Gunung Siki berada pada ketinggian 24 meter dengan jarak 118 meter dari dasar bendungan. Proses ini dilanjutkan dengan kegiatan caping sepanjang 100 meter dengan kemiringan  $45^\circ$ . Bangunan caping telah dicor dengan ketebalan 50 cm dan merupakan struktur yang langsung terkena dampak dari getaran peledakan. Untuk memperkuat bangunan ini, telah dilakukan pemasangan angkur serta proses grouting. Berdasarkan SNI 7571:2023, konstruksi caping bendungan dikategorikan sebagai kelas 5, dengan batas toleransi getaran tanah berdasarkan frekuensi, yaitu PPV 12 mm/s untuk 0-5 Hz, PPV 24 mm/s untuk 5-20 Hz, dan PPV 40 mm/s untuk 20-100 Hz.

Getaran tanah akibat peledakan merupakan gerakan atau osilasi tanah yang terjadi akibat propagasi gelombang seismik yang dihasilkan oleh ledakan bahan peledak. Getaran ini bersifat mekanis dan merambat melalui tanah dalam bentuk gelombang longitudinal serta transversal. Intensitas dan dampak getaran sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah dan jenis bahan peledak, metode peledakan, kondisi geologi, serta jarak dari titik ledakan ke struktur yang rentan terhadap dampak getaran. Jika tidak dikendalikan, getaran ini dapat menimbulkan dampak negatif seperti potensi kerusakan struktur, gangguan ekosistem, serta risiko keselamatan bagi pekerja dan masyarakat sekitar.

Oleh karena itu, pengukuran dan pengendalian getaran tanah akibat peledakan menjadi hal yang sangat penting dalam proyek konstruksi, khususnya dalam pembangunan bendungan. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui tingkat getaran tanah yang dihasilkan dari kegiatan peledakan.
2. Mengoptimalkan jumlah lubang ledak yang digunakan agar getaran tidak melebihi nilai ambang batas.
3. Menentukan ambang batas getaran tanah yang aman bagi bendungan jenis urugan.

## B. Metode

Penelitian ini menggunakan dua teknik pengambilan data, yaitu:

### 1. Data Primer

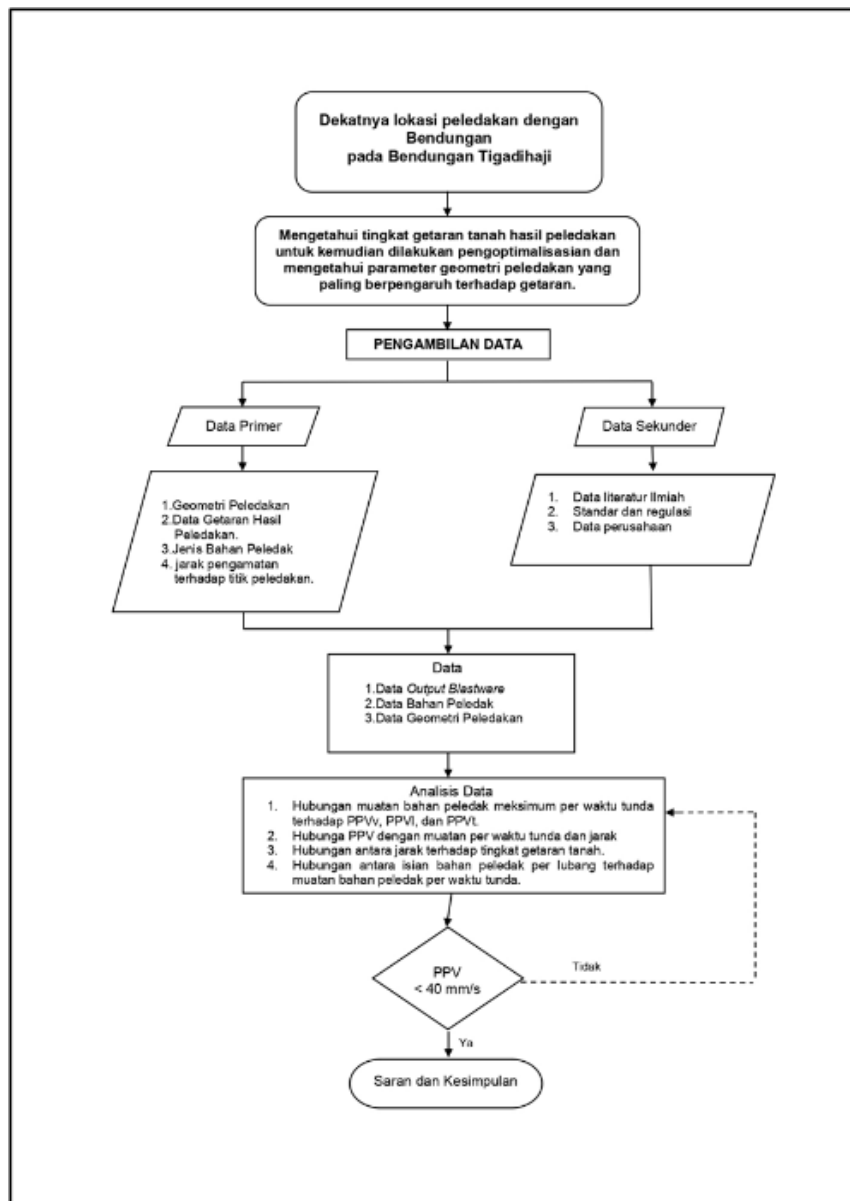
Data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui pengukuran dan observasi. Data yang dikumpulkan meliputi:

- a. Geometri peledakan, yaitu parameter peledakan seperti kedalaman lubang ledak, diameter lubang, burden, dan spasi.
- b. Data getaran hasil peledakan, termasuk PPV (Peak Particle Velocity) vertikal, longitudinal, transversal, frekuensi getaran, serta Peak Vector Sum (PVS).
- c. Jenis bahan peledak yang digunakan dalam kegiatan peledakan.
- d. Jarak antara titik peledakan dan alat pengukuran getaran. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan alat Minimate, sementara pengukuran jarak dilakukan menggunakan meteran.

### 2. Data Sekunder

Data sekunder digunakan untuk mendukung analisis penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi:

- a. Peta topografi, yang digunakan untuk memahami kondisi permukaan dan elevasi wilayah penelitian.
- b. Peta geologi lembar Cianjur, untuk mengetahui karakteristik batuan yang berpengaruh terhadap propagasi gelombang getaran.
- c. Peta administrasi, yang digunakan untuk memahami lokasi proyek dalam skala regional.
- d. SNI 7571:2023, yang berisi standar klasifikasi bangunan berdasarkan tingkat toleransi terhadap getaran peledakan.



**Gambar 1.** Diagram Alir

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kegiatan penelitian dilakukan di PT Utama karya Basuki BRP KSO pada Bendungan Tiga Dihaji Desa Sukabumi, Kecamatan Tiga Dihaji, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan. Kegiatan penelitian terdiri dari 2 titik peledakan dan 4 titik pengamatan getaran peledakan yang diambil selama 2 hari pengukuran di sekitar infrastruktur terdekat dari lokasi peledakan. Dengan jarak terjauh pengukuran getaran 245 m dan terdekat 118 m.

Tabel 4.8 merangkum hasil pengukuran getaran tanah pada dua tanggal peledakan berbeda, yaitu 7 Maret 2024 dan 10 Maret 2024, dengan dua jarak pemantauan, yaitu 122 m dan 225 m untuk tanggal pertama, serta 118 m dan 245 m untuk tanggal kedua. Parameter utama yang dicatat adalah Peak Vector Sum (PVS) dan PPV dalam arah transversal, longitudinal, dan vertikal, yang digunakan untuk mengevaluasi dampak getaran terhadap lingkungan dan infrastruktur sekitar. Pada 7 Maret 2024, dengan kedalaman lubang 6 meter dan total bahan peledak 33 kg per delay, nilai PVS pada jarak 122 m mencapai 2,062 mm/s, sedangkan pada jarak 225 m nilai PPV menurun menjadi 0,652 mm/s, menunjukkan pengaruh jarak dalam meredam efek getaran.

Pada 10 Maret 2024, dengan kedalaman lubang yang lebih dalam (9 meter) dan bahan peledak lebih besar (60 kg per delay), nilai PVS tercatat lebih tinggi. Pada jarak 118 m, PVS mencapai 3,479 mm/s, sedangkan pada jarak 245 m nilai PVS turun menjadi 0,802 mm/s. Perbedaan signifikan ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bahan peledak dan kedalaman lubang menghasilkan getaran yang lebih besar pada jarak yang sama. Namun, pengurangan PVS pada jarak yang lebih jauh menegaskan bahwa efek getaran tetap terkendali seiring bertambahnya jarak, sehingga masih sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku untuk lingkungan sekitar. Data ini sangat penting untuk analisis dampak lingkungan dan perencanaan peledakan yang aman dan efisien.

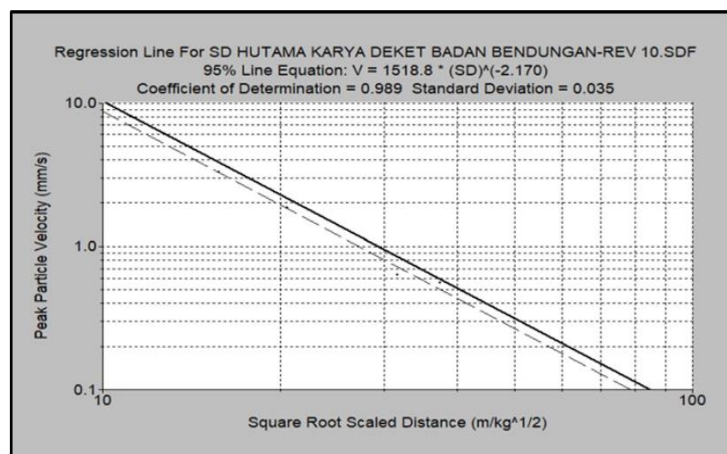
**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Peledakan

Peledakan	No	Q/Lubang	Jumlah Lubang Meledak Bersamaan	Q/Delay kg/s	jarak (m)
1	1	11	3	33	122
	2	11	3	33	225
2	1	15	4	60	118
	2	15	4	60	224

Tranversal	PPV (mm/s)		PVS Aktual	ZC Freq		
	Longitudinal	Vertikal		Tranversal	Longitudinal	Vertikal
1.73	1.857	1.095	2.062	32	30	32
0.566	0.365	0.333	0.652	26	24	32
2.699	3.318	1.937	3.479	30	47	34
0.635	0.571	0.524	0.802	11	12	14

Penentuan nilai konstanta dapat menggunakan software blastware dengan cara memasukan data berupa peak particle velocity, total muatan bahan peledak dan jarak titik peledakan terhadap titik pengamatan yang didapatkan di lapangan sebanyak 4 data getaran dapat dilihat pada tabel 1 Setelah data dimasukan pada tools scaled distance maka akan muncul grafik regresi linier berganda yang akan mempresentasikan nilai konstanta (K dan e). Nilai konstanta dapat digunakan dalam memprediksi nilai PPV dan menentukan muatan bahan peledak per delay dengan berdasarkan jarak dan nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Konstanta K dan e dapat disebut sebagai faktor tempat (site factor). Berikut konstanta yang dihasilkan dari perbandingan antara scaled distance dan PPV dapat dilihat dari gambar 1. Grafik pada Gambar 4.12 menunjukkan hubungan antara jarak skala (scaled distance) dan PPV (Peak Particle Velocity). Nilai konstanta K dan e yang diperoleh dari grafik regresi ini digunakan untuk memprediksi besarnya getaran berdasarkan jarak dan jumlah bahan peledak maksimum per waktu tunda.



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

Berdasarkan data hasil pemantauan getaran peledakan Tanggal 7 & 10 Maret 2024, lalu dianalisis Scaled Distance dengan menggunakan persamaan prediksi USBM, seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Prediksi Getaran Peledakan Berdasarkan USBM

No	Tanggal	SD	k	e	PPV (mm/s)		
					Tranversal	Longitudinal	Vertikal
1	3/7/2024	21.237	769.50	-1.560	1.73	1.857	1.095
2	3/7/2024	39.167	769.50	-1.560	0.566	0.365	0.333
3	3/10/2024	15.234	769.50	-1.560	2.699	3.318	1.937
4	3/10/2024	28.918	769.50	-1.560	0.635	0.571	0.524
PVS Aktual				jarak	Q/Delay	USBM	
(mm/s)				(m)	kg/s	(mm/s)	
2.062				122	33	6.545	
0.652				225	33	2.519	
3.479				118	60	10.991	
0.802				224	60	4.044	

### Pengolahan Data

Pengolahan data dalam mencari nilai peak particle velocity (PPV) prediksi dapat digunakan untuk mengetahui besaran dari efek yang dihasilkan oleh peledakan dengan mempertimbangkan nilai konstanta K dan e, serta dari jumlah muatan bahan peledak maksimum per waktu tunda dan jarak. Selain itu, prediksi ini juga membantu dalam menilai potensi dampak getaran terhadap lingkungan sekitar. Prediksi getaran peledakan yang telah dihitung dapat dilihat secara lebih rinci pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Prediksi Getaran Peledakan

Jumlah Lubang	Jumlah Lubang Meledak Bersamaan	Q/Lubang	k
	(m)	(kg)	
60	5	15	1518.8
60	5	15	1518.8
60	5	15	1518.8
60	5	15	1518.8
60	5	15	1518.8
60	5	15	1518.8
75	5	15	1518.8
75	5	15	1518.8
75	5	15	1518.8
75	5	15	1518.8

**Tabel 4.** Hasil Pemantauan Getaran Peledakan

e	Q/Delay (kg/s)	Jarak (m)	Scale Distance (m/kg <sup>0.5</sup> )	USBM (mm/s)
-2.17	75	118	13.625	5.248
-2.17	75	122	14.087	4.881
-2.17	75	224	25.865	1.306
-2.17	75	225	25.981	1.293
-2.17	75	300	34.641	0.693
-2.17	75	500	57.735	0.229
-2.17	75	118	13.625	5.248
-2.17	75	122	14.087	4.881
-2.17	75	224	25.865	1.306
-2.17	75	225	25.981	1.293

Berdasarkan data hasil pemantauan getaran peledakan Tanggal 7 & 10 Maret 2024 , lalu dianalisis Scaled Distance dan menghasilkan persamaan :

$$PPV (V) = 1518,8 * (SD) - (2.17) \quad \dots(1)$$

Apabila persamaan ini ditampilkan dengan excel (Tabel 4.9), lalu memasukkan konstanta (k) 1518,8 dan konstanta (e) 2,17 maka dapat diprediksi besar getaran (PPV) berbagai jarak dan berbagai jumlah isian bahan peledak. Apa bila kedalaman lubang ledak 9 m dengan isian bahan peledak dinaikan 75 kg agar produksi lebih besar ternyata pada jarak 118 m dengan bendungan PPV nya hanya 5,248 mm/s (Tabel 4.9), bila dibandingkan dengan SNI 7571:2023 untuk kelas 5 masih aman untuk badan bendungan.

Berdasarkan nilai ambang batas SNI 7571:2023, maka didapatkan muatan bahan peledak optimal untuk tiap jarak peledaknya. Berikut persamaan berdasarkan yang didapat dari alat minimate dengan menggunakan persamaan USBM:

$$W = \text{Isian Bahan Peledak} \times \text{Jumlah Lubang Meledak Bersamaan} \quad \dots(2)$$

$$W = 15 \text{ kg} \times 5 \text{ Lubang}$$

$$W = 75 \text{ kg}$$

Dengan muatan bahan peledak yang telah diketahui dengan jarak yang telah ditentukan maka akan didapatkan nilai PPV prediksi dengan persamaan yang digunakan:

$$PPV = \left( \frac{D}{W^{0.5}} \right)^{-e} \quad \dots(3)$$

$$PPV = \left( \frac{118}{75^{0.5}} \right)^{-2.17}$$

$$PPV = 5.248 \text{ mm/s}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa estimasi muatan bahan peledak per delay dengan jarak 118 akan menghasilkan nilai PPV yang masih berada dibawah nilai 40 mm/s. Pada Tabel 4 akan menampilkan nilai Optimalisasi Jumlah lubang ledak dengan variasi berbagai Jarak Perlu dilakukannya optimasi bahan peledak dengan jarak tertentu agar tidak melebihi nilai ambang batas. Berdasarkan dari hasil penentuan estimasi muatan bahan peledak dengan jarak akan menunjukkan semakin jauh jarak maka akan semakin kecil nilai

**Tabel 4.** Optimalisasi Jumlah Lubang dan Jumlah lubang meledak bersama

Jumlah Lubang	Jumlah Lubang Meledak Bersamaan			Q/Lubang	k
	(m)			(kg)	
60	5			15	1518.8
60	5			15	1518.8
60	5			15	1518.8
60	5			15	1518.8
60	5			15	1518.8
60	5			15	1518.8
e	Q/Delay	Jarak	Scale Distance	USBM	
	(kg/s)	(m)	(m/kg <sup>0.5</sup> )	(mm/s)	
-2.17	75	118	13.625	5.248	
-2.17	75	122	14.087	4.881	
-2.17	75	224	25.865	1.306	
-2.17	75	225	25.981	1.293	
-2.17	75	300	34.641	0.693	
-2.17	75	500	57.735	0.229	

**D. Kesimpulan**

Hasil dari pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari 4 data getaran yang diambil disekitar Bendungan Tigadihaji dengan jarak berkisar 118-245 m didapatkan nilai getaran terendah yaitu 0.333 mm/s, dan nilai getaran tertinggi yaitu 3.479 mm/s. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai getaran peledakan tidak melebihi nilai ambang batas yang ditentukan berdasarkan SNI 7571:2023.
2. Hasil optimalisasi Optimalisasi Jumlah lubang ledak dengan variasi berbagai Jarak Berdasarkan luas front peledakan maka optimalisasi bahan peledak direncanakan untuk 60 lubang yang meledak Bersama 5 lubang dengan jarak terdekat 118 m didapatkanlah PPV prediksi sebesar 5.248 mm/s.
3. Disesuaikan dengan daerah penelitian yang sempit maka dapat disimpulkan parameter geometri peledakan yang paling berpengaruh pada penelitian ini yaitu penambahan jumlah lubang ledak dari 30 lubang menjadi 60 lubang dengan lubang yang meledak secara bersamaan menjadi 5 dan muatan isian bahan peledak perwaktu tunda dari 60 kg menjadi 75 kg

**Ucapan Terimakasih**

1. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung;
2. Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Pd., S.Si., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung;
3. Bapak Ir. Zaenal, M.T., selaku Koordinator Skripsi yang senantiasa membimbing dan banyak membantu penulis dalam kelancaran pelaksanaan kegiatan;
4. Bapak Ir. Yuliadi, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa banyak membantu penulis dalam penyusunan penelitian ini serta memberikan arahan dan dukungan dalam melaksanakan kegiatan penelitian ini;
5. Bapak Ir. Dwihandoyo Marmer, selaku Co-Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan membantu penelitian ini;
6. Bapak Ir. Zaenal, M.T., selaku Dosen Wali yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan selama perkuliahan berlangsung.

**Daftar Pustaka**

- Dimas Gumelar, Zaenal, & Elfida Moralista. (2024). Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 31–40. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3817>
- Rizky Noor Fitriadi, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2024). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3821>
- Agrawal, H., & Mishra, A. K. (2019). “Modified scaled distance regression analysis approach for prediction of blast-induced ground vibration in multi-hole blasting”. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(1), 202-207.
- Al-Bakri, A., & Hefni, M. (2021). A review of some nonexplosive alternative methods to conventional rock blasting. *Open Geosciences*, 13(1), 431-442.
- Gharehgheshlagh, H. H., & Alipour, A. (2020). “Ground vibration due to blasting in dam and hydropower projects”. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 35(3).
- Harlan, J. (2018). Analisis regresi linear. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1-119. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 8(02), 26-38
- Hu, H., Lu, W., Yan, P., Chen, M., Gao, Q., & Yang, Z. (2020). A new horizontal rock dam foundation blasting technique with a shock-reflection device arranged at the bottom of vertical borehole. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 24(4), 481-499.
- Kanarachos, A., & Provatidis, C. H. (2024). Determination of buried structure loads due to blast explosions. *WIT Transactions on The Built Environment*, 35.
- Kementrian ESDM 1827. 2018 “Tentang pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik”, Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Konya, C. J., & Walter, E. J. (1990). Surface blast design. (No Title).
- Listine, D., Nurhakim, M. U. D., & Excelsior, T. P. (2015). “Studi teknis penentuan geometri peledakan dan powder factor (pf) pada pembongkaran bijih besi di pt putera bara mitra, desa mentawakan mulya kec. Mantewe, kab. Tanah bumbu, kalimantan selatan”. *Jurnal GEOSAPTA Vol*, 1(1), 29
- Nateghi, R. (2011). “Prediction of ground vibration level induced by blasting at different rock units”. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 48(6), 899-908.
- Rajabi, A. M., & Vafae, A. (2020). “Prediction of blast-induced ground vibration using empirical models and artificial neural network (Bakhtiari Dam access tunnel, as a case study)”. *Journal of Vibration and Control*, 26(7-8), 520-531.
- Santoso, E., Melati, S., & Ramadhan, M. F. (2021). Kajian Ambang Batas Getaran Peledakan di Areal Desa Sekitar Tambang Batubara dengan Metode Scale Distance Analysis. *Jurnal GEOSAPTA Vol*, 7(1).
- Toha, T. (2017). “Analisis Korelasi Scaled Distance Terhadap Getaran Tanah Pada Operasi Peledakan Batu Kapur Pt. Semen Baturaja (Persero)”.