



ANALISIS INTENSITAS VIBRASI PELEDAKAN TERHADAP INFRASTRUKTUR KRITIS SALURAN UDARA TEGANGAN EKSTRA TINGGI (SUTET) PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PROBOLINGGO-BANYUWANGI PAKET 3 BERDASARKAN SNI 7571:2023

Yusril Ananta Fadhlani¹, Aditya Budi Nugraha², Tati Febrianti Syantika Rini³,
Diana Purwandari⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya
Corresponding email: yusrilaffff@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis intensitas getaran peledakan terhadap Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3 dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571:2023. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif melalui pengukuran lapangan menggunakan *Micromate* untuk merekam nilai *Peak Vector Sum* (PVS) dari 30 kegiatan peledakan. Hasil pengukuran menunjukkan seluruh nilai PVS berada di bawah batas minimum 12 mm/s untuk infrastruktur kelas 5 dan batas maksimum internal perusahaan 8 mm/s, dengan nilai tertinggi 7,82 mm/s. Analisis regresi menghasilkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 74,03%, menunjukkan bahwa variasi jarak peledakan berpengaruh signifikan terhadap nilai PVS dengan korelasi negatif. Temuan ini membuktikan bahwa kegiatan peledakan berlangsung dalam batas aman dan terkendali.

Kata Kunci: Peledakan, Getaran Tanah, SUTET, PVS, SNI 7571:2023, *Micromate*, Infrastruktur Kritis.

Abstract

This study analyzes the blast vibration intensity on the Extra High Voltage Overhead Transmission Line (SUTET) in the Probolinggo-Banyuwangi Toll Road Construction Project Package 3, referring to the Indonesian National Standard (SNI) 7571:2023. A quantitative descriptive method was employed through field measurements using a *Micromate* to record *Peak Vector Sum* (PVS) values from 30 blasting events. The results indicate that all PVS values were below the minimum threshold of 12 mm/s for class 5 infrastructure and the company's internal maximum limit of 8 mm/s, with the highest recorded value being 7.82 mm/s. Regression analysis yielded a coefficient of determination (R^2) of 74.03%, indicating that blasting distance variations significantly affect PVS values with a strong negative correlation. These findings demonstrate that blasting activities were conducted within safe and controlled limits.

Keywords: Blasting, Ground Vibration, SUTET, PVS, SNI 7571:2023, *Micromate*, Critical Infrastructure.

Article History

Received: Agustus 2025
Reviewed: Agustus 2025
Published: Agustus 2025

Plagiarism Checker No 731
Prefix DOI : Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Pendahuluan

Aktivitas peledakan merupakan metode penting dalam konstruksi dan pertambangan, terutama untuk pemecahan batuan keras (Kecojevic & Komljenovic, 2018). Namun, pada proyek yang berdekatan dengan infrastruktur kritis seperti Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), peledakan harus direncanakan secara hati-hati untuk menghindari kerusakan



akibat getaran (Purwanto & Prakoso, 2019). Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571:2023 menetapkan batas aman getaran untuk berbagai jenis bangunan, termasuk infrastruktur kelas 5 yang mencakup SUTET (BSN, 2023). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat getaran peledakan pada proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3 dan memastikan apakah nilainya berada dalam batas aman.

Kajian Pustaka

Getaran tanah (*ground vibration*) akibat peledakan merupakan salah satu dampak utama yang harus dikendalikan pada kegiatan konstruksi dan pertambangan. Intensitas getaran dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya jumlah bahan peledak per *delay*, kedalaman dan diameter lubang ledak, jarak pengukuran, kondisi geologi setempat, serta desain peledakan yang digunakan (Persson, Holmberg, & Lee, 1994; Singh & Roy, 2010). Faktor geologi, seperti jenis batuan, kekompakan, dan adanya rekahan, dapat memperkuat atau meredam gelombang getaran (Tripathy et al., 2016). Parameter yang umum digunakan dalam pengukuran getaran adalah *Peak Particle Velocity* (PPV) dan *Peak Vector Sum* (PVS), yang diukur menggunakan peralatan seismograf, salah satunya tipe *Micromate* (Instantel, 2017). PVS merupakan hasil vektor gabungan dari tiga komponen getaran (vertikal, longitudinal, transversal) dan dianggap lebih representatif dalam menilai potensi kerusakan pada struktur (Dowding, 1996). Berdasarkan SNI 7571:2023, infrastruktur kelas 5 seperti SUTET, jembatan baja, jaringan pipa, dan tangki bahan bakar memiliki ambang batas PVS sebesar 12-40 mm/s tergantung frekuensi getaran (BSN, 2023). Nilai ini dirancang agar infrastruktur yang memiliki ketahanan mekanis tinggi tetap aman terhadap pengaruh getaran jangka pendek akibat peledakan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara jarak peledakan dan nilai PVS, di mana jarak yang lebih dekat dari titik peledakan cenderung menghasilkan getaran yang lebih besar. Sidiq (2021) menemukan bahwa nilai PVS berkurang secara signifikan seiring bertambahnya jarak, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 74,84%. Penelitian Rolansyah et al. (2021) pada kegiatan peledakan tambang batubara juga membuktikan adanya hubungan linier negatif antara scaled distance dan PPV, dengan nilai R^2 sebesar 55,73%. Studi Vandrianus et al. (2023) di Pit 13 HW PT. Indominco Mandiri bahkan memperoleh nilai R^2 sebesar 90,56%, menunjukkan bahwa jarak menjadi faktor dominan yang memengaruhi besarnya getaran.

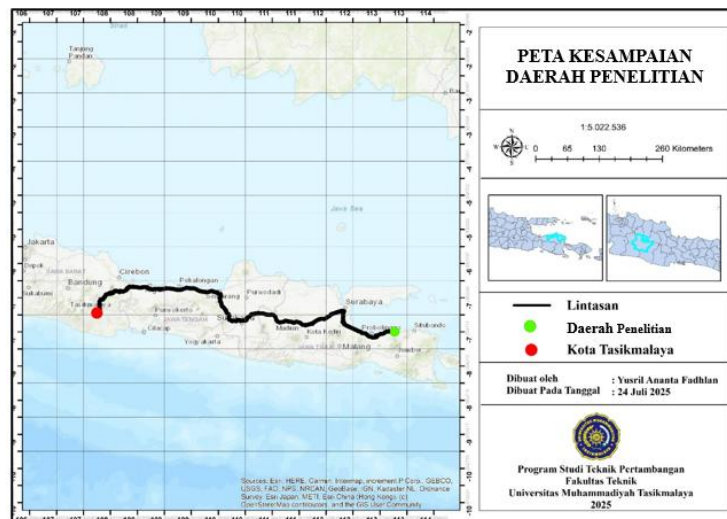
Dengan pemahaman faktor-faktor tersebut, kegiatan peledakan pada proyek infrastruktur kritis seperti pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi yang berdekatan dengan SUTET dapat dirancang agar dampak getaran yang dihasilkan tetap berada dalam batas yang diizinkan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi lapangan (*field study*) untuk menganalisis intensitas getaran tanah yang dihasilkan dari aktivitas peledakan. Metode kuantitatif deskriptif dipilih karena mampu memberikan gambaran faktual mengenai fenomena yang diukur, serta memungkinkan dilakukannya analisis statistik terhadap hubungan antar variabel (Sugiyono, 2019).

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3, tepatnya di Kecamatan Bayuglugur, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Lokasi pengukuran berada pada titik-titik yang berdekatan dengan infrastruktur kritis berupa Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET).



Gambar 1. Peta Kesampaian Lokasi

2. Variabel Penelitian

- Variabel bebas: Jarak peledakan dari titik pengukuran (m).
 - Variabel terikat: Nilai getaran tanah yang direpresentasikan dalam *Peak Vector Sum* (PVS) (mm/s).
 - Variabel kontrol: Geometri peledakan (*burden*, spasi, kedalaman lubang), jumlah bahan peledak per *delay*, dan pola inisiasi peledakan.
3. Data yang Dikumpulkan
- Data Primer diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan, meliputi:
 - Geometri peledakan (*burden*, spasi, kedalaman lubang).
 - Jarak titik peledakan ke titik pengukuran.
 - Nilai PVS hasil pengukuran seismograf.
 - Data Sekunder meliputi profil perusahaan, peta lokasi, peta geologi daerah penelitian, serta referensi teknis terkait batas ambang getaran dari SNI 7571:2023.

3. Alat dan Instrumen

Pengukuran getaran dilakukan menggunakan Micromate, yaitu seismograf digital yang dilengkapi sensor geophone dan microphone. *Geophone* berfungsi mengukur getaran partikel tanah, sedangkan microphone digunakan untuk mengukur *air blast* atau tekanan udara dari ledakan (Instantel, 2017). Pemasangan *geophone* mengikuti prosedur teknis, dengan arah sensor menghadap langsung ke sumber ledakan untuk mendapatkan data yang akurat.

4. Prosedur Penelitian

- Observasi awal: Mengidentifikasi titik-titik pengukuran yang mewakili jarak dekat, sedang, dan jauh dari sumber peledakan.
- Pemasangan alat: Micromate ditempatkan pada lokasi yang sudah ditentukan, dengan sensor tertanam ± 5 cm di tanah untuk mencegah pergeseran akibat getaran.
- Pelaksanaan peledakan: Peledakan dilakukan sesuai desain teknis lapangan, menggunakan bahan peledak ANFO dan emulsi sesuai kondisi batuan.
- Pengambilan data: Setiap ledakan direkam nilai PVS-nya, bersama dengan informasi jarak, geometri lubang, dan jumlah bahan peledak per *delay*.
- Pengolahan data: Data yang terkumpul dari 30 kegiatan peledakan diinput ke perangkat lunak analisis, kemudian dilakukan uji regresi linier untuk mengetahui hubungan jarak peledakan terhadap nilai PVS.



Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari 30 data yang diambil dari hasil peledakan pada proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3. Data tersebut mencakup berbagai parameter peledakan, antara lain tanggal pelaksanaan, geometri peledakan (*burden*, *spacing*, dan kedalaman lubang), jumlah lubang, total bahan peledak, nilai PVS (*Peak Vector Sum*), serta jarak dari titik peledakan ke titik pengukuran.

Tabel 1. Data Peledakan Aktual

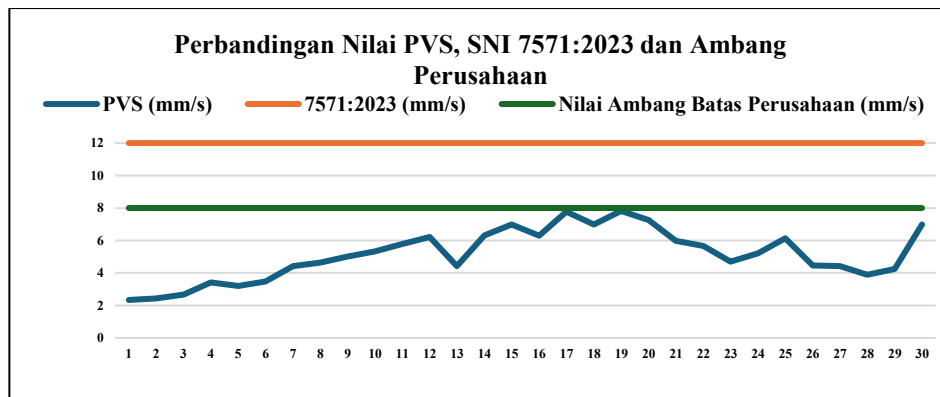
No	Burden (m)	Spacing (m)	Kedalaman (m)	Jumlah Lubang	Total Handak (kg)	PVS (mm/s)	Jarak (m)
1	2,75	3,25	4	65	325,00	2,34	2000
2	2,75	3,25	3	75	400,00	2,43	1830
3	2,75	3,25	4	65	325,00	2,67	1760
4	2,75	3,25	3	90	475,00	3,42	1620
5	2,75	3,25	5	53	300,00	3,21	1570
6	2,75	3,25	5	52	275,00	3,48	1430
7	2,75	3,25	4	70	350,00	4,42	1390
8	2,75	3,25	4	68	350,00	4,65	1335
9	2,75	3,25	4	78	400,00	5,01	1290
10	2,75	3,25	3	62	300,00	5,34	1230
11	2,75	3,25	4	84	425,00	5,79	1010
12	2,75	3,25	3	65	325,00	6,22	920
13	2,75	3,25	5	62	300,00	4,43	880
14	2,75	3,25	5	70	350,00	6,32	800
15	2,75	3,25	4	52	275,00	6,98	735
16	2,75	3,25	4	50	250,00	6,29	650
17	2,75	3,25	5	60	325,00	7,77	420
18	2,75	3,25	4	40	175,00	6,98	380
19	2,75	3,25	3	42	175,00	7,82	300
20	2,75	3,25	4	43	200,00	7,26	460
21	2,75	3,25	3	52	275,00	5,98	600
22	2,75	3,25	5	55	300,00	5,67	720
23	2,75	3,25	5	60	275,00	4,69	810
24	2,75	3,25	4	72	350,00	5,21	970
25	2,75	3,25	4	75	400,00	6,14	1000
26	2,75	3,25	3	78	425,00	4,46	1325
27	2,75	3,25	5	68	350,00	4,43	1390
28	2,75	3,25	5	72	350,00	3,89	1400
29	2,75	3,25	4	64	325,00	4,24	1460
30	2,75	3,25	4	82	450,00	6,99	1520

Berdasarkan hasil pengukuran pada 30 kegiatan peledakan, seluruh nilai PVS yang diperoleh berada di bawah ambang batas SNI 7571:2023 untuk infrastruktur kelas 5 seperti SUTET, yakni 12 mm/s, serta di bawah batas maksimum internal perusahaan sebesar 8 mm/s. Nilai PVS tertinggi tercatat sebesar 7,82 mm/s, sedangkan nilai terendah mencapai 2,34 mm/s. Temuan ini menunjukkan bahwa secara umum, getaran yang dihasilkan masih berada dalam kategori aman terhadap struktur SUTET di sekitar lokasi proyek. Meski demikian, beberapa data memerlukan perhatian khusus, seperti peledakan nomor 17 (7,77 mm/s), nomor 19 (7,82 mm/s), dan nomor 20 (7,26 mm/s) yang nilainya mendekati batas internal. Selain itu, peledakan nomor 30 (6,99 mm/s) teridentifikasi sebagai anomali karena jaraknya relatif jauh

namun menghasilkan PVS cukup tinggi. Fenomena ini mengindikasikan adanya faktor lain yang memengaruhi besarnya getaran, misalnya kondisi geologi, arah perambatan gelombang, atau pola delay peledakan. Secara keseluruhan, pengendalian getaran di lapangan tergolong efektif, namun pemantauan berkelanjutan tetap diperlukan terutama pada peledakan dengan jarak dekat atau penggunaan bahan peledak dalam jumlah besar, guna meminimalkan risiko terhadap infrastruktur kritis seperti SUTET.

1. Evaluasi Nilai PVS terhadap Batas SNI 7571:2023 dan Ambang Perusahaan

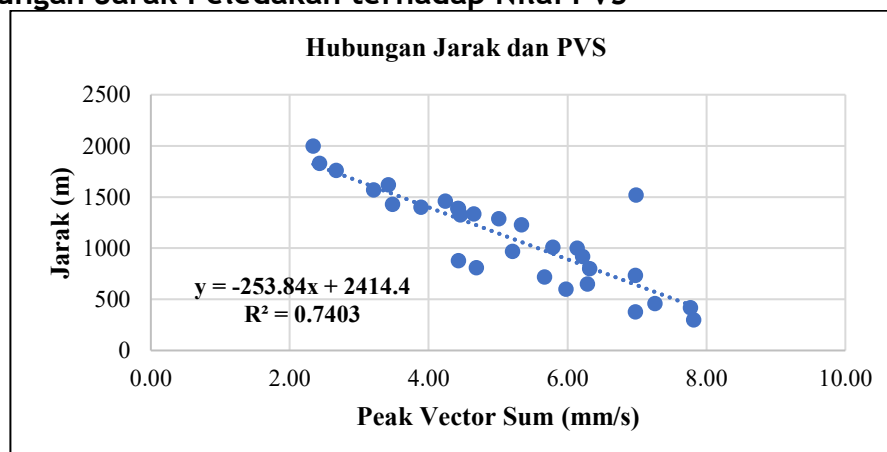
Evaluasi terhadap nilai getaran peledakan dalam penelitian ini mengacu pada dua pedoman utama, yaitu batas ambang menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571:2023 dan batas aman yang ditetapkan secara internal oleh perusahaan, yaitu sebesar 8 mm/s. Berdasarkan klasifikasi SNI 7571:2023, infrastruktur kelas 5 seperti Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) memiliki ambang batas getaran minimum sebesar 12 mm/s, dihitung berdasarkan parameter *Peak Vector Sum* (PVS). Nilai ini merupakan ambang batas yang ditetapkan untuk struktur dengan ketahanan tinggi terhadap getaran, termasuk jaringan pipa, jalan, rel kereta, serta menara transmisi listrik. Selain acuan dari SNI 7571:2023, perusahaan juga menerapkan ambang batas internal sebesar 8 mm/s sebagai batas getaran maksimum yang diizinkan pada lingkungan sekitar proyek.



Grafik 1. Perbandingan Nilai PVS, SNI 7571:2023 dan Ambang batas Perusahaan

Pengukuran 30 kegiatan peledakan menunjukkan nilai PVS 2,34-7,82 mm/s (rata-rata ± 5 mm/s), seluruhnya di bawah batas SNI 7571:2023 (12 mm/s) dan batas internal perusahaan (8 mm/s). Jarak peledakan 300-2000 m dari SUTET berkontribusi pada rendahnya getaran. Hasil ini mengindikasikan bahwa peledakan berlangsung aman dan terkendali, serta sistem pemantauan dan pengendalian getaran di lapangan efektif.

2. Analisis Hubungan Jarak Peledakan terhadap Nilai PVS



Grafik 2. Hubungan Jarak dan PVS



Hasil pengukuran pada 30 titik peledakan menunjukkan adanya hubungan linier negatif antara nilai PVS dan jarak pengukuran, di mana PVS menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber ledakan. Analisis regresi menghasilkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7403, yang berarti 74,03% variasi PVS dipengaruhi oleh jarak peledakan, menandakan korelasi yang kuat. Beberapa deviasi dari garis regresi kemungkinan dipicu oleh perbedaan desain *delay* dan variasi jumlah bahan peledak per titik. Data juga menunjukkan bahwa pada jarak lebih dari 1500 meter, PVS umumnya di bawah 4 mm/s, sedangkan nilai tertinggi, di atas 7 mm/s, terjadi pada jarak kurang dari 600 meter. Temuan ini menegaskan bahwa jarak peledakan menjadi faktor utama dalam mengendalikan intensitas getaran, sehingga penting diperhatikan dalam penentuan zona aman, khususnya di sekitar infrastruktur kritis seperti SUTET.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terhadap 30 data peledakan pada proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai PVS dari 30 data peledakan berkisar 2,34-7,82 mm/s, seluruhnya di bawah batas SNI 7571:2023 (12 mm/s) dan batas internal perusahaan (8 mm/s), sehingga aman terhadap SUTET dan menunjukkan pengendalian getaran di lapangan berjalan efektif.
2. Terdapat hubungan negatif linier antara jarak peledakan dan PVS dengan $R^2 = 0,7403$, di mana PVS cenderung tinggi pada jarak <600 m dan rendah pada jarak >1500 m, pola ini dapat dijadikan dasar teknis penentuan zona aman di sekitar infrastruktur kritis.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2023). *SNI 7571:2023 Standar baku tingkat getaran*. BSN.
- Dowding, C. H. (1996). *Construction vibrations*. Prentice Hall.
- Instantel. (2017). *Micromate operator manual*. Instantel Inc.
- Kecojevic, V., & Komljenovic, D. (2018). *Blasting principles for open pit mining*. CRC Press.
- Khandelwal, M., & Singh, T. N. (2009). Prediction of blast-induced ground vibration using artificial neural network. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 46(7), 1214-1222. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2009.03.004>
- Persson, P. A., Holmberg, R., & Lee, J. (1994). *Rock blasting and explosives engineering*. CRC Press.
- Purwanto, B., & Prakoso, W. B. (2019). Analisis pengaruh getaran tanah terhadap bangunan akibat peledakan. *Jurnal Teknologi Mineral*, 27(2), 101-108.
- Rolansyah, R., Gunawan, A., & Arifin, Z. (2021). Hubungan scaled distance dengan peak particle velocity (PPV) pada kegiatan peledakan tambang batubara. *Jurnal Pertambangan*, 7(1), 35-42.
- Sidiq, A. (2021). Analisis hubungan jarak terhadap getaran tanah pada kegiatan peledakan. *Jurnal Teknologi Mineral*, 29(1), 12-19.
- Singh, P. K., & Roy, P. (2010). *Blasting in mining - New trends*. CRC Press.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tripathy, G., Shirke, R. R., & Kudale, M. D. (2016). Rock fragmentation control in opencast blasting. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 8(2), 225-237. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2015.10.005>
- United States Bureau of Mines. (1980). *Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting* (RI 8507).
- Vandrianus, V., Sihombing, E., & Anggraini, D. (2023). Analisis pengaruh jarak peledakan terhadap getaran tanah di Pit 13 HW PT. Indominco Mandiri. *Jurnal Geosains dan Pertambangan*, 10(2), 85-94.
- Yanti, D., Pratama, F., & Kurniawan, H. (2020). Evaluasi intensitas getaran peledakan di sekitar area tambang. *Jurnal Pertambangan*, 6(2), 45-53.