



MANAJEMEN GETARAN UNTUK KESETABILAN LERENG DENGAN METODE “SIGNATURE HOLE ANALISYS” DALAM KEGIATAN PELEDAKAN TAMBANG TERBUKA

Vibration Management for Slope Stability with “Signature Hole Analysis” Method in Open Pit Blasting Activity

Muhammad Syafiq Isnaya¹, Muhammad Fadil Bellico², dan Dwi Agung Priyanggoro³

^{1,2} Technical Services Engineer PT Multi Nitrotama Kimia, Jakarta Selatan, DKI Jakarta

³ Mine Engineer PT Alamjaya Bara Pratama, Jembayan, Loa Kulu, Kalimantan Timur

Artikel masuk : Septemberr 2019 , Artikel diterima : Oktober 2019, Atikel terbit : November 2019

Kata kunci:

Kestabilan Lereng, Peledakan,
Signature Hole Analysis.

Keywords:

*Blasting, Signature Hole Analysis,
Slope Stability.*

ABSTRAK

Salah satu dampak yang ditimbulkan dari kegiatan peledakan adalah Ground Vibration yang akan mempengaruhi kestabilan lereng. Penelitian dan percobaan dilakukan menggunakan metode *Signature Hole Analysis* (SHA) untuk pemetaan terhadap perambatan gelombang di setiap range blok – strip tertentu untuk kemudian digunakan untuk memodelkan dan memprediksi getaran yang diakibatkan oleh kegiatan peledakan. Metode *Signature Hole Analysis* yang dikombinasikan dengan pendekatan *Scaled Distance*, berhasil menjadi solusi dalam tata kelola getaran peledakan.

ABSTRACT

One of the impact blasting activity is Ground Vibration which will affect the stability of the slope. Research and experiment conducted using Signature Hole Analysis (SHA) for monitoring wave propagation in each block-strip used to model and predict vibration which caused by the blasting activity. Signature Hole Analysis combined with Scaled Distance has succeeded in becoming the solution of ground vibration management.

*Muhammad Syafiq Isnaya : syafiq@mnk.co.id

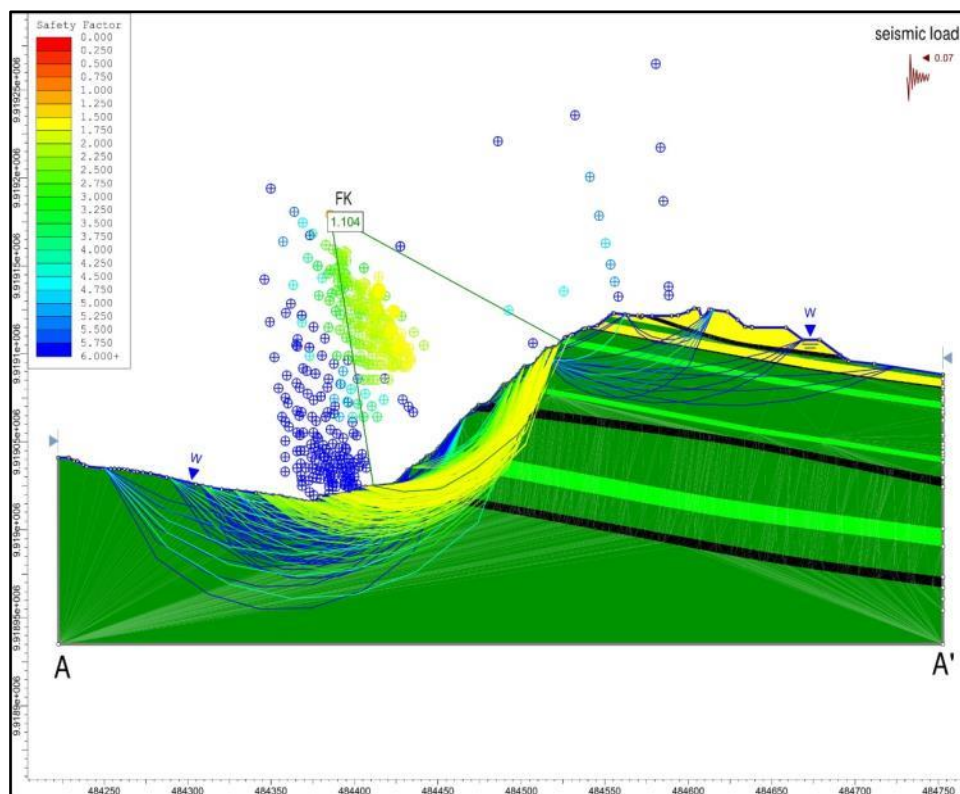
Doi :

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT Multi Nitrotama Kimia merupakan salah satu perusahaan jasa pertambangan yang bergerak pada bidang penyedia jasa peledakan dan penjualan bahan peledak terbesar di Indonesia. Unit usaha ini bekerjasama dengan berbagai perusahaan pertambangan di Indonesia, salah satunya adalah PT. Alamjaya Bara Pratama. Kerjasama yang terjalin antara dua perusahaan ini adalah untuk layanan blasting Service atau yang lebih dikenal dengan istilah TLBS (*Total Load Blasting Service*). Area operasional penambangan perusahaan ini berada di Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1) yang terdiri dari 3 (Tiga) Pit, yaitu : Pit 7 Utara, Pit 8 dan Pit 10.

Salah satu dampak kegiatan peledakan pada pit 10 adalah ground vibration yang akan mempengaruhi kestabilan lereng pada area pit 10. Pada kegiatan peledakan, hanya sebagian dari total energi yang dihasilkan bahan peledak dikonsumsi untuk memecahkan batuan, sementara sisanya menjadi *waste energy* atau energi sisa yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng. Energi peledakan yang menyebabkan *elastic deformation* dapat menghasilkan *stress waves (body wave)* yang merambat melalui massa batuan. Energi yang tersisa (*Seismic energy*) akan menjalar melalui batuan mengakibatkan deformasi dalam batuan tetapi tidak memecahkan batuan, karena masih di dalam batas elastiknya. Desain akhir dari pit 10 menunjukkan batas maksimal *Peak Particle Acceleration (Seismic Load)* yang dapat diterima oleh lereng sebesar 0,07g, sehingga perlu adanya manajemen getaran sehingga getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan tidak mempengaruhi kestabilan lereng di Pit 10.



Gambar 1. Desain Akhir Lereng pada Pit 10 (PT Alamjaya Bara Pratama, 2019)

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk pemetaan terhadap perambatan gelombang di setiap range blok – strip tertentu kemudian digunakan untuk memodelkan dan memprediksi getaran yang diakibatkan oleh kegiatan peledakan pada setiap blok - strip, sehingga keluaran

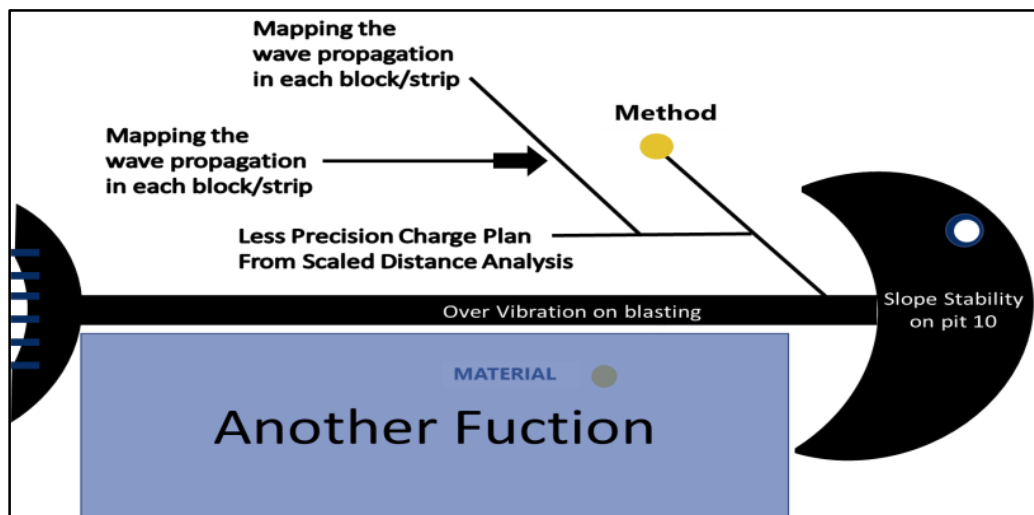
yang dihasilkan dari berbentuk rekomendasi isian berdasar jarak lokasi peledakan dengan lereng pada pit 10. Dengan adanya permodelan getaran maka energi yang tersisa (*Seismic energy*) akibat aktifitas peledakan dapat di prediksi agar *Peak Particle Acceleration* tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Analisis Permasalahan

Ada beberapa tahapan proses pada siklus peledakan yang perlu dijadikan fokus dalam mencari masalah pada kasus getaran tanah akibat peledakan, yaitu : *Planning, Charging Tie Up & Monitoring*. Dalam kasus yang terjadi sepanjang 2019, di dominasi oleh adanya masalah pada perencanaan. Dimana perencanaan yang dibuat untuk mengendalikan getaran peledakan tidak berhasil saat diterapkan di lapangan sehingga

menyebabkan kestabilan lereng pada area pit 10 terganggu. Kontrol getaran tanah pada peledakan di Pit 10 menggunakan hubungan jumlah isian bahan peledak per waktu tunda dengan nilai getaran yang dihasilkan.

Ketidaktepatan dalam pendekatan dalam persamaan *Scaled Distance Analysis* dipengaruhi oleh kondisi geologi, dalam hal ini adalah sebagai media rambat getaran. Sehingga pemetaan terhadap gambaran kondisi tambatan gelombang di setiap blok/strip tertentu yang mewakili kondisi geologi (Gambar 2).



Gambar 2. Fish-bone Analysis untuk Masalah Kestabilan Lereng Pit 10 (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)

METODE

Mapping Area

Terdapat struktur mayor pada pit 10 dimana aktifitas peledakan yang digunakan untuk memberai massa batuan berlangsung, untuk kemudian dijadikan titik pengambilan data rambatan gelombang getaran tanah. Posisi blok-strip ini menjadi fokus perhatian dalam penentuan pengambilan data gelombang getaran tanah karena memiliki potensi anomaly gelombang yang relatif tinggi.

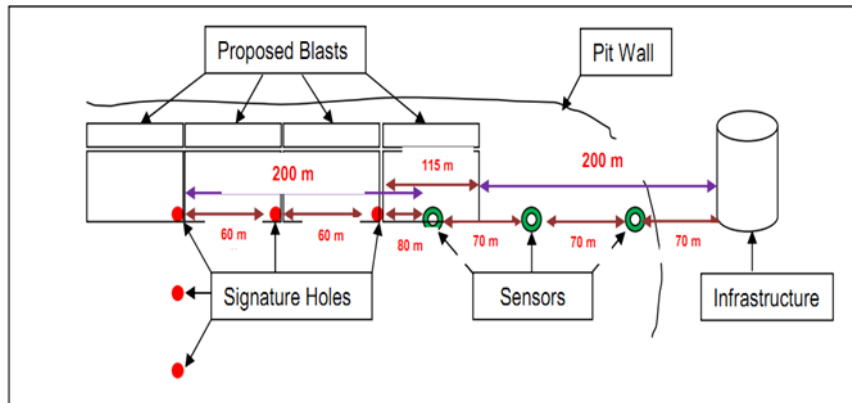
Pemodelan Rambat Gelombang dengan Signature Hole Analysis

Mengacu pada *Problem Analysis*, fokus perbaikan untuk masalah kestabilan lereng terganggu akibat peledakan di pit 10 adalah melakukan pemetaan terhadap setiap blok/strip tertentu yang mewakili kondisi geologi dengan menggunakan metode *Signature Hole Analysis* (SHA). Hasil data rambatan gelombang per

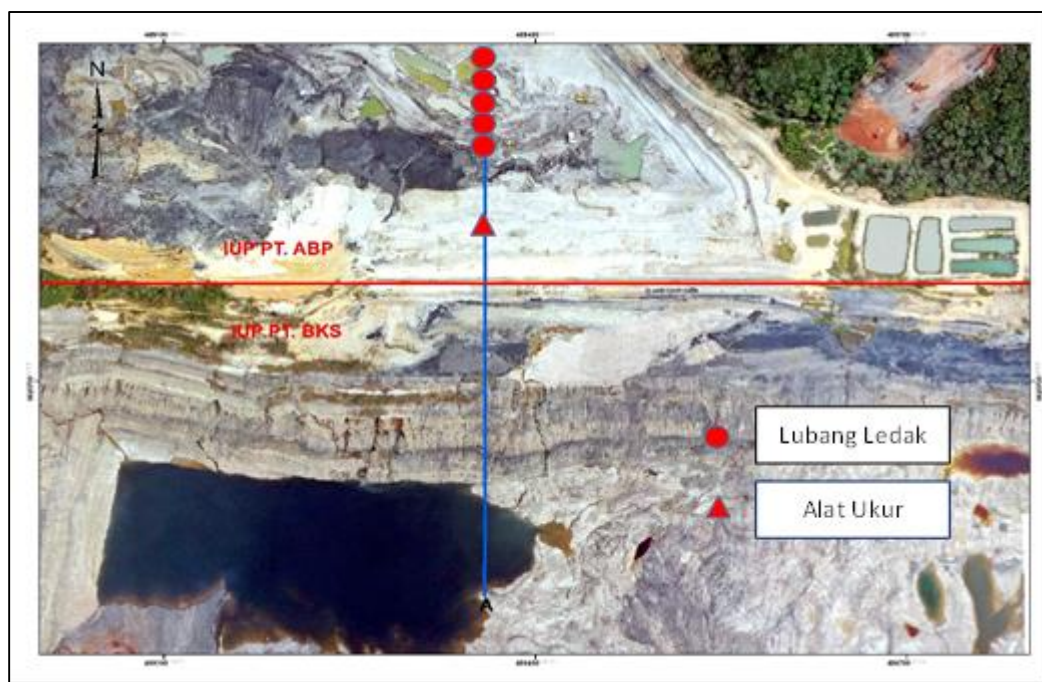
blok/ strip tersebut kemudian akan diolah ke dalam *Scaled Distance Analysis*.

Signature Hole Analysis (SHA) adalah suatu analisa yang dilakukan untuk merekam gelombang dari satu atau banyak lubang ledak standar. Sensor getaran yang ditempatkan diantara tempat yang sensitif terhadap getaran, yaitu dinding, bangunan, bendungan (Gambar 3). Hal ini akan memberikan informasi mengenai homogenitas masa batuan dengan rekaman rambat gelombang getaran yang dihasilkan dan ditangkap oleh alat ukur.

Pelaksanaan *Signature Hole Analysis* yang dilakukan menggunakan 5 lubang sejajar dengan arah *direct-initiation* nya mengarah ke lereng pada low wall Pit 10. Untuk pengukurannya menggunakan alat ukur getaran dan kebisingan. Alat perekam di letakan tegak lurus dengan lereng pada low wall pit 10 dengan cakupan jarak 100-300m terhadap lubang *Signature Hole Analysis* terakhir (Gambar 4.)



Gambar 3. Skema Perekaman Gelombang (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)



Gambar 4. Desain Pelaksanaan Signature Hole Analysis (PT Alamjaya Bara Pratama, 2019)

Dalam pengembangan ini hasilnya adalah *record "background" Vibration* (informasi terkait dengan gambaran media rambat sekitar) digunakan sebagai alat untuk mendapatkan gambaran kondisi rambatan gelombang pada setiap strip/blok sehingga keluaran yang dihasilkan dari *Signature Hole Analysis* ini berbentuk rekomendasi isian berdasar jarak lokasi peledakan dengan lereng pada pit 10. Simulasi menggunakan perangkat lunak tertentu digunakan sebagai kontrol, baik pada sisi peledakan dan geotek dari lereng.

Pengolahan Data Hasil Signature Hole Analysis

Salah satu cara yang efektif untuk mengontrol tingkat getaran tanah hasil peledakan adalah dengan menggunakan Scaled Distance Analysis yang

memungkinkan untuk menentukan jumlah bahan peledak dan jarak yang akan memprediksi secara akurat hasil rambatan gelombang yang akan timbul akibat aktifitas peledakan.

Konsep Scaled Distance dapat dirumuskan sebagai berikut (Hustrulid, 1999) :

$$D_s = D / \sqrt{W} \dots\dots\dots(1)$$

$$V = H x (D_s)^{\beta} \dots\dots\dots(2)$$

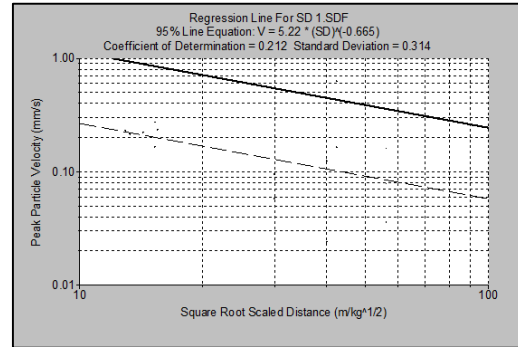
- V = Kecepatan partikel
- H = Konstanta proporsionalitas
- D = Jarak titik pengukuran ke titik peledakan
- W = Muatan bahan peledak per waktu tunda
- B = Konstanta
- SD = Scaled Distance

Nilai pada konstanta merupakan nilai yang terkait dengan rambatan gelombang getaran pada medianya, sehingga nilai tersebut menjadi target dalam olah data hasil *Signature Hole Analysis*. Hasil rekam data yang ditangkap oleh alat pengukur getaran kemudian di unduh dan di proses menggunakan perangkat lunak yang memiliki fitur olah data *Signature Hole Analysis* dan *Scaled Distance*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran getaran tanah sebelum dilakukan *Signature Hole Analysis* (Tabel 1) kemudian di analisis menggunakan *Scaled Distance* (Gambar 5) dapat disimpulkan bahwa tingkat kepercayaan data saat sebelum dilakukan analisis tidak akurat, dibuktikan dengan *Coefficient Of Determinant* yang diperoleh

hanya 0,212 yang berarti tingkat kepercayaan hanya 21,2%.



Gambar 5. *Scaled Distance Analysis* Sebelum Dilakukan *Signature Hole Analysis* (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)

Tabel 1. Data Pengukuran Getaran Sebelum Dilakukan *Signature Hole Analysis*

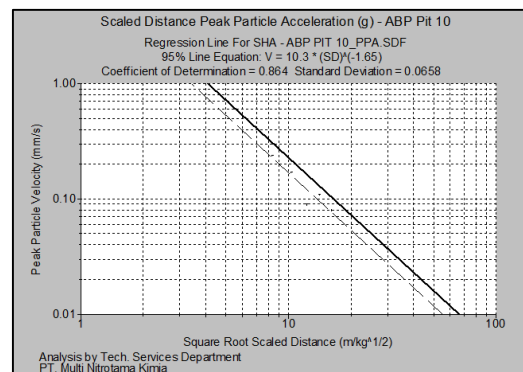
No	Tanggal	Jarak (m)	Charge Weight (kg)	Data Pengukuran			
				Transversal (mm/s)	Vertikal (mm/s)	Longitudinal (mm/s)	Airblast (dB(A))
1	6-Apr-19	100	57	16.570	8.922	23.600	130
2	6-Apr-19	100	49	22.420	6.983	22.790	128
3	7-Apr-19	400	51	7.251	4.934	5.100	124
4	7-Apr-19	400	51	9.655	5.131	5.330	120
5	7-Apr-19	400	51	5.202	4.185	6.321	117
6	10-Apr-19	300	56	7.157	5.478	9.033	124
7	10-Apr-19	300	56	3.421	0.851	5.194	98
8	12-Apr-19	200	45	5.423	4.091	5.746	122
9	12-Apr-19	200	45	5.943	5.249	8.772	128
10	13-Apr-19	120	60	27.220	18.000	27.870	127
11	13-Apr-19	100	60	17.010	14.130	30.320	123
12	15-Apr-19	300	50	20.443	9.616	10.390	121
13	15-Apr-19	300	50	11.930	8.307	13.690	122
14	16-Apr-19	100	43	14.060	12.690	21.690	144
15	16-Apr-19	100	43	13.140	11.590	12.190	134

Sumber: Pengukuran Getaran Sebelum *Signature Hole Analysis*, (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)

Setelah dilakukan percobaan *Signature Hole Analysis* terdapat trend positif dengan adanya peningkatan *Coefficient of Determinan* meningkat menjadi 0,864 atau menjadi 86,4% (Gambar 6. dan Tabel 2.) sehingga prediksi nilai getaran pada area pit 10 dapat menjadi rujukan untuk membuat desain peledakan berikutnya.

Hasil keluaran yang dihasilkan dari metode *Signature Hole Analysis* dikombinasikan *Scale Distance* adalah rekomendasi isian berdasar jarak. Data yang didapat sebelum trial menunjukkan bahwa untuk memperoleh nilai PPA (*Seismic Load*) 0,07g tidak dapat dilakukan peledakan di area pit 10, sedangkan setelah dilakukan *Signature Hole Analysis* rekomendasi jarak berdasarkan isian membolehkan peledakan di area pit 10 dengan isian berdasarkan jarak untuk mencapai nilai PPA (*Seismic Load*) yang diharapkan yaitu 0,07g.

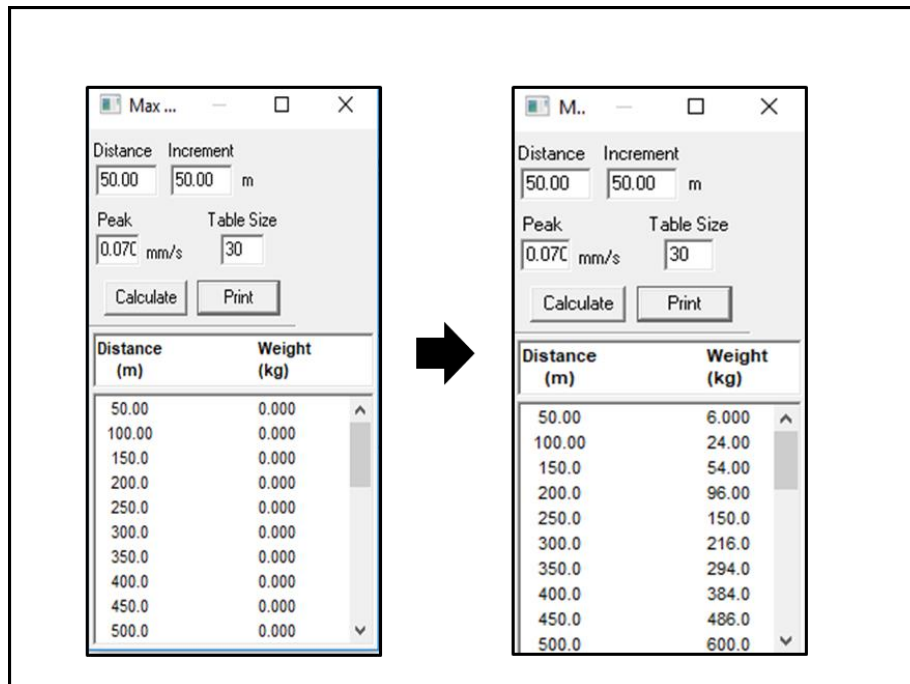
Tabel 2. Data Pengukuran Getaran Setelah Dilakukan *Signature Hole Analysis*



Gambar 6. *Scaled Distance Analysis* Setelah Dilakukan *Signature Hole Analysis* (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)

No	Tanggal	Jarak (m)	Charge Weight (kg)	Data Pengukuran			
				Transversal (mm/s)	Vertikal (mm/s)	Longitudinal (mm/s)	Airblast (dB(A))
1	16-Jun-19	168	109	0.080	0.080	0.040	131
2	16-Jun-19	148	111	0.100	0.110	0.070	131
3	16-Jun-19	128	110	0.080	0.090	0.070	131
4	16-Jun-19	108	110	0.120	0.170	0.120	131
5	16-Jun-19	87	110	0.230	0.200	0.240	131

Sumber: Pengukuran Getaran Setelah *Signature Hole Analysis*, (PT Multi Nitrotama Kimia, 2019)



Gambar 6. Perbandingan Rekomendasi Isian Berdasar Jarak Sebelum dan Sesudah *Trial*

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan proses perbaikan dan evaluasi dari analisa terhadap *Ground Vibration* yang akan mempengaruhi kestabilan lereng pada pit 10 didapat beberapa kesimpulan yang dijadikan dasar sebagai perbaikan terhadap proses peledakan :

1. Metode *Signature Hole Analysis* yang dikombinasikan dengan pendekatan *Scaled Distance*, berhasil menjadi solusi dalam tata kelola getaran peledakan di Pit 10. Hasilnya, sepanjang tahun 2019 berjalan, tidak ada isu berkenaan dengan bagian geotek dari lereng-lereng di seputaran area operasional Pit 10 (Tabel 3). Pendekatan *Signature Hole Analysis* dan kontrol bersama tim Geoteknik menghasilkan kerjasama yang baik serta tata kelola kestabilan lereng menjadi lebih aman.

Tanggal	Jarak (m)	PPV (mm/s)	Frekuensi (Hz)	g (max)
13-Jul-19	240	21.88	7.9	0.0553
19-Jul-19	186	24.76	8.5	0.0673
26-Aug-19	166	18.48	16	0.0446
29-Aug-19	144	38.36	6.2	0.0691
30-Aug-19	275	13.13	5.8	0.0243
9-May-19	363	18.66	7.6	0.0453

2. Hasil yang positif membuat jarak area peledakan dan isian dapat dioptimalkan sehingga membuat kegiatan peledakan kegiatan operasional yang lain menjadi lebih baik sehingga blasted material dapat ditingkatkan.
3. Peningkatan *Coefficient of Determinant* dari 0,212 menjadi 0,864 menunjukkan trend perubahan positif pada *Scaled Distance Analysis* yang berarti tingkat kepercayaan data meningkat sebesar 65,2%
4. *Scaled Distance Database* hasil dari *Signature Hole Analysis* bisa digunakan

Tabel 3. Hasil Pemantauan *Ground Vibration* pada Pit 10

sebagai rujukan prediksi nilai *Peak Particle Acceleration* (g) pada pit 10.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada PT. Alamjaya Bara Pratama sebagai pelanggan PT. Multi Nitrotama Kimia yang memberikan dukungan dan persetujuan mereka untuk menerbitkan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dowding, C.H. (1985, Blast Vibration Monitoring and Control, England: Routledge.

Hustrulid, W. (1999): Blasting Principles for Open Pit Mining, Volume 1. (pp. 272-273). Brookfield: A.A. Balkema. Rotterdam.

_____. (2010), Blastware Operator Manual Handbook, Instantel Inc., Ottawa, Ontario, Canada, 2010, pp. 6.35-6.58.