

## **Analisis Penentuan *Optimum Intershot Delay Timing* dengan *Signature Hole Analysis Methode* dan Penentuan Isian Bahan Peledak Maksimum Per *Delay* untuk Mengontrol Getaran Tanah Hasil Peledakan Overburden pada PT DNX Indonesia Jobsite Adaro, Tabalong Kalimantan Selatan**

Analysis of Optimum Intershot Delay Timing using The Signature Hole Analysis Method and Determination of The Maximum Instantaneous Charge to Control Ground Vibration from Overburden Blasting at PT Dnx Indonesia Jobsite Adaro, Tabalong South Kalimantan

<sup>1</sup>Fajar Shodik, <sup>2</sup>Yuliadi, <sup>3</sup>Dwihandoyo Marmer.

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email : <sup>1</sup>Fajarshodik2195@gmail.com, <sup>2</sup>Yuliadi\_ms@yahoo.com, <sup>3</sup>Hansmarmer@yahoo.com

**Abstract.** The research activities were carried out in Pit-CT1 and Pit-N1 at **PT DNX Indonesia** jobsite adaro, Tabalong, South Kalimantan. Blasting activities carried out at **PT Adaro Indonesia** could potentially disrupt the environment and settlements (Bata Village and Pertamina Tank). So a control of ground vibration is very necessary to avoid environmental issues based on the Indonesian National Standard 7571: 2010. In accordance with these regulations, Pit-CT1 and Pit-N1 have a ground vibration standard stated in PVS (Peak Vector Sum) of 2 mm/s. The method used in ground vibration control is by the signature hole analysis method using electronic detonators. The signature hole method is a method that analyzes the waves produced by blasting one shot hole. These waves will be simulated at each blasting wave with the Signature hole Analysis (SHA). Based on the results of the Signature hole Analysis (SHA) simulation, the optimum configuration delay for the Pit-CT1 location production blasting activity is at the Inter Hole 62 ms delay and the Inter Row delay is 37 ms, while for the Pit-N1 location production hole blasting activity at Inter Hole delay 88 ms and Inter Row delay 53 ms with decreasing ground vibration value (PVS) an average of 34.66%. From the results of the ground vibration data of five signature holes at each location and production hole ground vibration data, the equation of the relationship between PPV and the scaled distance (SD) is  $PPV = 2.675.4 \times (SD)^{-1.625}$  for Pit CT1-Ds. Bata locations and  $PPV = 1.471.2 \times (SD)^{-1.379}$  for Pit CT1-Pertamina Tank locations. Whereas Pit Blasting N1-Ds Bata locations are  $PPV = 3.330.4 \times (SD)^{-1.69}$  and Pit N1-Pertamina Tank locations is  $PPV = 3.500.2 \times (SD)^{-1.704}$ . Based on the equation of the relationship formula between PPV and SD obtained, maximum instantaneous charge the blasting locations Pit CT1-Pertamina tank and Pit CT1-Ds. Bata can be increased by 20.98% and 37.02%. As for the blasting locations Pit N1-Pertamina Tank and Pit N1-Ds. Bata, maximum instantaneous charge can be increased by 17.84% and 30.01%.

**Keywords:** Ground Vibration, Peak Vector Sum (PVS), Signature hole Analysis (SHA).

**Abstrak.** Kegiatan penelitian dilakukan di Pit-CT1 dan Pit-N1 pada PT DNX Indonesia *jobsite* adaro, Tabalong, Kalimantan Selatan. Kegiatan peledakan yang dilakukan di PT Adaro Indonesia dapat berpotensi mengganggu lingkungan dan pemukiman penduduk (Desa Bata serta Tangki Pertamina). Maka suatu kontrol getaran tanah sangat perlu dilakukan untuk menghindari isu lingkungan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 7571:2010. Sesuai peraturan tersebut, Pit-CT1 dan Pit-N1 memiliki standar getaran tanah yang dinyatakan dalam PVS (*Peak Vector Sum*) sebesar 2 mm/s. Metode yang digunakan dalam kontrol getaran tanah ini adalah dengan metode *signature hole analysis* menggunakan detonator elektronik. Metode *signature hole* adalah metode yang menganalisis gelombang yang dihasilkan dari peledakan satu lubang tembak. Gelombang tersebut akan disimulasikan pada tiap-tiap gelombang peledakan dengan *signature hole analysis* (SHA). Berdasarkan hasil *simulasi signature hole analysis* (SHA) maka didapatkan *delay konfigurasi* yang optimum untuk kegiatan peledakan lubang produksi lokasi Pit-CT1 adalah pada *inter hole delay* 62 ms dan *inter row delay* 37 ms, sedangkan untuk kegiatan peledakan lubang produksi lokasi Pit-N1 pada *inter hole delay* 88 ms dan *inter row delay* 53 ms dengan penurunan nilai getaran tanah (PVS) rata-rata sebesar 34,66%. Dari hasil data getaran tanah lima lubang *signature* pada tiap lokasi dan data getaran tanah lubang produksi, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan *scaled distance* (SD) yaitu  $PPV = 2.675,4 \times (SD)^{-1.625}$  untuk lokasi Pit CT1-Ds bata dan  $PPV = 1.471,2 \times (SD)^{-1.379}$  untuk lokasi Pit CT1-Tangki Pertamina. Sedangkan untuk Lokasi peledakan Pit N1 - Ds Bata yaitu  $PPV = 3.330,4 \times (SD)^{-1.69}$  dan lokasi Pit N1-Pertamina Tank yaitu  $PPV = 3.500,2 \times (SD)^{-1.704}$ .

<sup>1,69</sup> dan lokasi Pit N1–Tangki Pertamina yaitu  $PPV = 3.500,2 \times (SD)^{-1,704}$ . Berdasarkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD yang didapat, isian bahan peledak maksimum per *delay* lokasi peledakan Pit CT1–Tangki Pertamina dan Pit CT1–Ds. Bata dapat ditingkatkan sebanyak 20,98% dan 37,02%. Sedangkan untuk lokasi peledakan Pit N1–Tangki Pertamina dan Pit N1–Ds. Bata, isian bahan peledak per *delay* dapat ditingkatkan sebanyak 17,84% dan 30,01%.

**Kata Kunci:** Getaran Tanah, *Peak Vector Sum* (PVS), *Signature hole Analysis* (SHA).

## A. Pendahuluan

Kegiatan peledakan merupakan salah satu kegiatan penambangan yang dilakukan **PT Adaro Indonesia** untuk membongkar batuan penutup (*over burden*). Kegiatan peledakan tersebut dapat menghasilkan dampak lingkungan berupa getaran tanah (*ground vibration*). Pada tingkat level tertentu apabila telah melampaui ambang batas yang ditentukan, getaran tanah akibat kegiatan peledakan ini dapat mengakibatkan kerusakan infrastruktur yang berada pada daerah sekitar peledakan. Hal tersebut menunjukkan pentingnya suatu kontrol getaran tanah yang di hasilkan oleh kegiatan peledakan.

Penelitian ini dilaksanakan pada dua lokasi yaitu Pit Central-CT1 Dan Pit North-N1 yang memiliki permasalahan perihal dekatnya lokasi peledakan dengan Tangki minyak Pertamina yang berjarak antara 1.000 m–2.500 m dan Ds. Bata yang berjarak antara 700 m–2.000 m, sehingga dapat mengakibatkan adanya isu terkait getaran tanah (*ground vibration level*) yang tidak sesuai dengan SNI 7571:2010 yang berdampak terhadap kerusakan pada struktur bangunan masyarakat Ds. Bata dan Fondasi Tangki Pertamina.

Menanggapi persoalan diatas maka diperlukan suatu perencanaan dan perancangan untuk kegiatan peledakan yang difokuskan terhadap penurunan getaran tanah dari hasil peledakan menggunakan analisis penentuan isian bahan peledak per *delay* dengan persamaan *scaled distance* serta penentuan *optimum intershot delay timing* dengan *signature hole analysis*

*method* untuk mengontrol getaran tanah pada Pit Central-CT1 dan Pit North-N1.

Oleh karena itu, perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu Apakah komplain dari masyarakat tentang rusaknya struktur bangunan perumahan di Ds. Bata dan fondasi minyak Tangki Pertamina di akibatkan oleh kegiatan peledakan *overburden* yang dilakukan oleh **PT DNX Indonesia Jobsite Adaro**? Selanjutnya tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Membandingkan standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh **PT DNX Indonesia Jobsite Adaro** dengan standar *ground vibration* SNI 7571 Tahun 2010 untuk penentuan kelas bangunan perumahan Ds. Bata dan Tangki Pertamina.
2. Mengukur getaran tanah PVS (*Peak Vector Sum*) akibat kegiatan peledakan pada lokasi Pit Central-CT1 dan Pit North-N1.
3. Penentuan *optimum intershot delay timing* berdasarkan simulasi *signature hole analysis* untuk menurunkan nilai PVS pada lokasi Pit Central-CT1 dan Pit North-N1.
4. Menganalisis data *ground vibration* untuk menentukan isian bahan peledak maksimum per *delay* menggunakan persamaan rumus hubungan antara *Peak Particle Velocity* (PPV) dan *Scaled distance* (SD).

## B. Landasan Teori

### Pengertian Ground Vibration

Getaran tanah (*ground vibration*) merupakan gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan

oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas manusia, salah satu diantaranya adalah kegiatan peledakan (SNI 7571:2010).

**Hukum Scaled Distance (SD)**

*Scaled distance* adalah parameter untuk dimensi jarak. *Scale distance* dinyatakan sebagai perbandingan antara jarak dan isian bahan peledak yang mempengaruhi hasil getaran dan energi ledakan di udara. Rumus di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V = K_v \times (SD)^{B_v} \dots\dots\dots (1)$$

$$SD = \frac{R}{\sqrt{W}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- V = Kecepatan partikel Puncak
- K<sub>v</sub> = Konstanta proposionalitas
- R = Jarak titik pengukuran ke titik peledakan
- W = Muatan bahan peledak yang dianggap meledak bersamaan
- B<sub>v</sub> = Konstanta
- SD = *Scale Distance*

Pada persamaan scaled distance, konstanta K<sub>v</sub> dan B<sub>v</sub> mempengaruhi tingkat getaran tanah hasil peledakan.

**Persamaan Peak Particle Velocity (PPV)**

**USBM Equation**

Menurut US Bureau of Mines, hubungan antara kecepatan partikel dengan jarak peledakan ke titik pengukuran dan berat muatan bahan peledak yang dianggap meledak bersamaan dinyatakan dalam persamaan:

$$PPV = K \times \left( \frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-e} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

PPV = *Ground Vibration as Peak particle velocity*, (mm/s).

R = Jarak muatan maksimum terhadap lokasi pengamatan (m).

Q = Muatan bahan peledak maksimum per waktu *delay* (kg).

K = *Site constant*

e = *Site exponent*

**Analisis Signature Hole Blast untuk Mengontrol Getaran**

Metode *signature hole* analisis merupakan suatu metode yang digunakan untuk kegiatan kontrol getaran tanah yang diakibatkan oleh kegiatan peledakan (*Dyno Nobel, 2014*). Metode ini memanfaatkan penggunaan sinyal gelombang berdasarkan sifat seismik dan karakteristik geologi lokasi peledakan. Simulasi yang dianalisis berupa data-data yang mengilustrasikan *interval delay* antara lubang-lubang *signature* sehingga dapat meminimalkan energi getaran yang menuju daerah kritikal.

Perhitungan *signature hole analysis* mengikuti prinsip superposisi linier dimana terdapat perhitungan Resultan dari 3 gelombang (Tranversal, Vertikal, dan Longitudinal) untuk mendapatkan nilai PPV seperti persamaan berikut.

$$PPV = \sqrt{T^2 + V^2 + L^2} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

T = Gelombang Tranversal

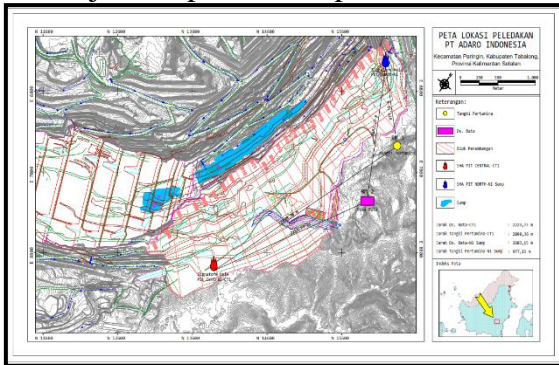
V = Gelombang Vertikal

L = Gelombang Longitudina

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Peledakan Signature Hole

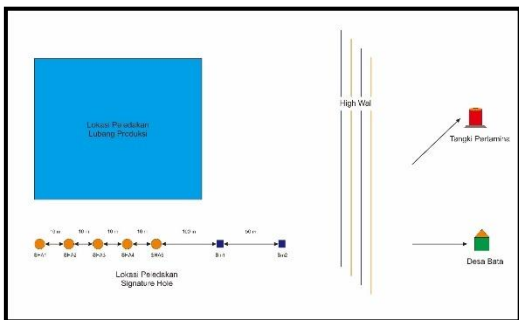
Pengukuran hasil getaran tanah *signature hole* dilakukan Tegak Lurus dari *Critical area* dengan jarak tertentu dan dilakukan pengukuran oleh survey setiap titik (SH dan Sensor). Gambar 1 menunjukkan peta lokasi peledakan.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Peledakan

Peledakan signature hole dilakukan secara berkala setiap 6 bulan sekali yang bertujuan menentukan delay optimal untuk peledakan lubang produksi, sehingga hasil getaran yang dihasilkan dapat berkurang. Kegiatan peledakan signature hole dilakukan sesuai dengan lokasi peledakan lubang produksi, dimana peledakan signature hole diledakan terlebih dahulu yang disusul dengan peledakan lubang produksi

**Gambar 2.**



**Gambar 2.** Pengaturan Lubang Monitor

Dalam penelitian ini jumlah lubang *signature* yang diledakan sebanyak 5 lubang menggunakan elektronik detonator dengan delay 4.000 ms setiap lubang. Sedangkan

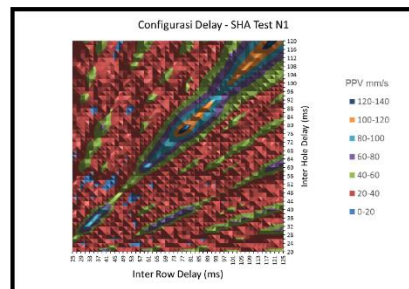
untuk lubang produksi menggunakan *delay* yang telah direkomendasikan *signature hole analysis* sebelumnya.

- *Data Peledakan Signature hole Pit-CT1 dan Pit-N1*

Pengukuran getaran tanah hasil peledakan *signature hole* dilokasi CT1 dilakukan selama satu hari, dengan jarak pengukuran 100 – 190 m. PVS yang dihasilkan pada pembacaan *blasmate*<sup>III</sup> 1 dan 2 untuk lubang *signature* ini berkisar antara 30 – 49 mm/s, sedangkan untuk *blasmate*<sup>III</sup> 3 dengan jarak 1.907 – 1.947 m PVS yang dihasilkan berkisar antara 2 – 5 mm/s. **Tabel 2** menunjukkan data hasil pengukuran getaran tanah untuk setiap *signature hole*.

- Hasil Pengolahan Data *Signature hole*

Pemilihan *intershot delay optimum* dilakukan berdasarkan hasil dari simulasi perhitungan PVS terkecil. Kemudian akan dilakukan pengujian akhir terhadap *intershot delay* yang telah dipilih berdasarkan *Signature hole analysis* (SHA). Pada akhir penelitian akan diberikan suatu rekomendasi *intershot delay* yang sesuai dengan karakteristik batuan di Lokasi Pit-CT1 dan Pit-N1. Dari hasil percobaan *signature hole* yang telah dilakukan, kemudian memilih salah satu lubang *signature* yang representatif untuk dijadikan acuan dalam penentuan *intershot delay optimum* menggunakan simulasi *signature hole analysis* pada *software blastware*.



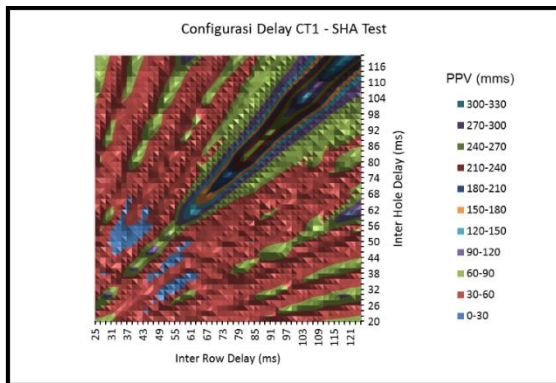
**Gambar 3.** Timing grafik *signature hole* Pit-N1

Berdasarkan **Gambar 3** hasil grafik *signature hole* diatas, untuk

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Getaran Tanah (*Signature hole*) Pit-CT1 dan Pit-N1

No	Tanggal	Lokasi	Titik Ukur	Holes	Hasil Pengukuran				SD
					Jarak	CPD	Delay	PVS	
					m	Kg <sup>0,5</sup>	ms	(mm/s)	m/Kg <sup>0,5</sup>
1	13/03/2018	CT1	BM 01	SH1	140	140	0	48,57	11,83
2				SH2	130	140	4.000	40,49	10,99
3				SH3	120	140	8.000	48,65	10,14
4			BM 02	SH1	190	140	0	30,60	16,06
5				SH2	180	140	4.000	30,21	15,21
6				SH3	170	140	8.000	33,24	14,37
7			BM 03	SH1	1947,03	140	0	5,16	164,55
8				SH2	1937,04	140	4.000	4,60	163,71
9				SH3	1927,04	140	8.000	2,84	162,86
10				SH4	1917,05	140	12.000	2,51	162,02
11	SH5	1907,05		140	16.000	3,86	161,18		
12	23/03/2018	N1	BM 01	SH1	140	70	0	20,02	16,73
13				SH2	130	70	4.000	21,50	15,54
14				SH3	120	70	8.000	19,74	14,34
15				SH4	110	70	12.000	24,72	13,15
16				SH5	100	70	16.000	28,59	11,95
17			BM 02	SH1	190	70	0	12,71	22,71
18				SH2	180	70	4.000	13,15	21,51
8				SH3	170	70	8.000	13,27	20,32
9				SH4	160	70	12.000	16,53	19,12
10				SH5	150	70	16.000	17,87	17,93

lokasi N1 maka menggunakan konfigurasi *delay* yaitu inter hole *delay* 88 ms dan inter row *delay* 53 ms.



**Gambar 4.** Timing grafik signature hole Pit-CT1

Sedangkan untuk lokasi CT1 berdasarkan **Gambar 4** grafik diatas maka menggunakan *configurasi delay* yaitu *inter hole delay* 62 ms dan *inter row delay* 37 ms.

#### Peledakan Lubang Produksi

- Lokasi Pengukuran Getaran Tanah Lubang Produksi

Lokasi pengukuran getaran peledakan dilakukan pada Dua lokasi yaitu Desa Bata dan Tangki Pertamina. Lokasi-lokasi tersebut tepat berada di daerah pemukiman warga yang posisinya berdekatan dengan kegiatan peledakan pada lokasi Pit-CT1 dan Pit-N1 sehingga efek getaran yang dihasilkan dapat dirasakan oleh masyarakat. Dua Lokasi pengukuran getaran peledakan tersebut dipilih berdasarkan izin dari warga sekitar dan pihak pertamina yang mendapatkan dampak dari kegiatan peledakan tersebut.

Berdasarkan acuan dari baku mutu tingkat getaran tanah standar nasional Indonesia 7571 tahun 2010, batasan nilai *peak varticle sum* (PVS) untuk lokasi pengukuran di Ds Bata adalah 3 mm/s. Penentuan tersebut di dasarkan pada bangunan yang berada di Ds Bata tergolong ke dalam jenis bangunan kelas 2 yaitu bangunan dengan fondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen. Akan tetapi pihak perusahaan menetapkan batasan PVS 2

mm/s.

Berdasarkan dari informasi yang didapatkan di lapangan, bagian struktur fondasi dari tangki pertamina beralaskan dengan beton ringan dan adukan semen. Berdasarkan acuan dari baku mutu tingkat getaran SNI 7571 tahun 2010, struktur bangunan fondasi tangki pertamina tergolong bangunan kelas 4 dengan nilai PVS maksimum antara 7-20 mm/s yaitu bangunan dengan fondasi, pasangan bata dan adukan semen yang diikat dengan *slope* beton, kolom dan rangka diikat dengan ring balk. Seperti halnya pada perumahan Ds Bata pihak perusahaan menetapkan batasan PVS 2 mm/s atas permintaan pihak pertamina

Data dan Pengolahan Getaran Tanah Lubang Produksi

Pengukuran getaran tanah hasil peledakan lubang produksi Pit-CT1 dan Pit-N1 di dilakukan untuk mendapatkan persamaan antara PVS dan SD, maka perlu dilakukan analisis dari data pengukuran *signature hole* dan data peledakan lubang produksi berupa data *ground vibration*. Analisis yang dilakukan adalah meregresikan data PVS dan SD dari hasil pengukuran tersebut dengan *regresi power* di program *microsoft excel*. **Tabel 3** menunjukkan data dan hasil perhitungan *scaled distance*.

Dengan diketahuinya nilai *scaled distance* pada setiap jarak, dapat ditentukan hubungan antara peak vector sum dan *scaled distance* dengan membuat kurva peluruhan, berupa penggambaran pada grafik log-log dimana sumbu Y untuk PVS dan sumbu X untuk *scaled distance*. Persamaan Hubungan Antara Peak Particle Velocity dan Scale Distance

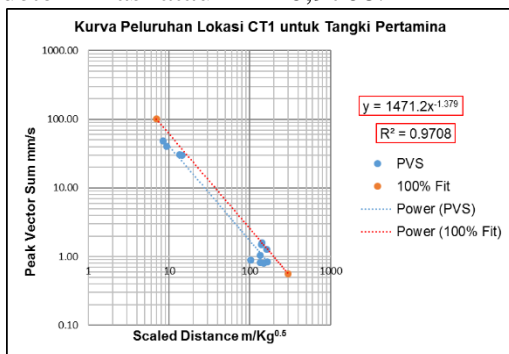
**Tabel 2.** Data dan Hasil Perhitungan *Scaled Distance*

No	Tanggal	Holes	Lokasi Peledakan	Lokasi Blasmate	Hasil Pengukuran		PVS	SD
					Jarak	CPD		
					m	Kg <sup>0.5</sup>	mm/s	m/Kg
1	24/10/2017	60	Central - CT1	Tangki Pertamina	1.136	70	1,04	135,78
2	27/10/2017	105			1.136	70	0,82	135,78
3	31/10/2017	47			1.216	55	0,84	163,97
4	01/03/2018	159			1.839	153	0,8	148,67
5	04/03/2018	165			1.979	150	1,28	161,58
6	30/03/2018	83			2.002	205	1,5	139,83
7	09/04/2018	57			2.080	216	1,59	141,53
8	03/05/2018	36			1.471	203	0,89	103,24
9	24/10/2017	60	Central - CT1	Desa Bata	635	70	0,91	75,9
10	31/10/2017	47			564	55	0,84	76,05
11	01/11/2017	93			1.375	141	0,85	115,8
12	06/12/2017	70			636	67	0,87	77,7
13	05/12/2017	80			686	70	1,9	81,99
14	09/12/2017	98			1.257	109	0,84	120,4
15	02/01/2018	110			1.377	311	1,28	78,08
16	03/01/2018	42			1.377	170	1,21	105,61
17	10/01/2018	37			1.335	129	1,16	117,54
18	13/01/2018	40			1.250	136	1,04	107,19
19	24/02/2018	109			1.057	150	1,52	86,3
20	01/03/2018	159			1.048	153	1,55	84,73
21	11/03/2018	85			1.027	178	1,7	76,98
22	16/03/2018	72			1.160	170	0,94	88,97
23	25/03/2018	55			1.212	219	0,77	81,9
24	30/03/2018	83			1.171	205	1,17	81,79
25	09/04/2018	57			1.253	216	1,11	85,26

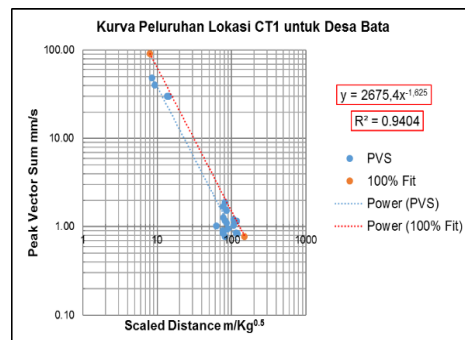
26	27/04/2018	120	Central - CT1	Desa Bata	1.703	746	1,02	62,35
27	06/12/2017	92	North - N1	Tangki Pertamina	2.140	467	1,39	99,03
28	14/01/2018	120			1.700	662	1,45	66,07
29	15/01/2018	116			1.622	729	0,84	60,07
30	16/01/2018	54			1.622	407	0,87	80,4
31	04/03/2018	55			1.826	458	1,43	85,32
32	24/04/2018	83			1.517	232	1,23	99,6
33	06/12/2017	92			North - N1	Desa Bata	2.636	467
34	10/01/2018	125	1.145	170			1,31	87,82
35	14/01/2018	120	2.324	662			0,67	90,32
36	15/01/2018	116	2.209	729			0,92	81,81
37	16/01/2018	54	2.209	407			1,19	109,5
38	04/03/2018	55	2.505	458			0,89	117,05

Menggunakan *Regresi Power* untuk menghasilkan nilai konstanta  $K_v$  dan  $B_v$ . Pada penelitian ini terdapat dua lokasi yaitu Pit-CT1 dan Pit-N1.

Berdasarkan **Gambar 5**, Nilai konstanta  $K_v$  yang digunakan pada lokasi Pit CT1-Tangki Pertamina adalah 1.471,2 dengan nilai konstanta  $B_v$  sebesar -1,379, sehingga dari kurva diatas, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PVS dan SD yaitu  $V=1.471,2(SD)^{-1,379}$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9708$ .



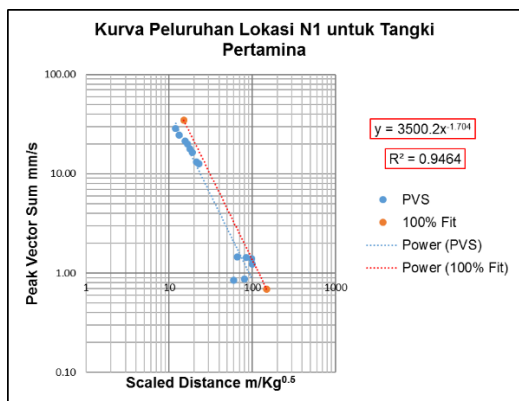
**Gambar 5.** Scaled Distance Chart Pit CT1-Tangki Pertamina



**Gambar 6.** Scaled Distance Chart Pit CT1-Desa Bata

Berdasarkan **Gambar 6**, Nilai konstanta  $K_v$  yang digunakan pada lokasi Pit CT1-Ds. Bata adalah 2.675,4 dengan nilai konstanta  $B_v$  sebesar -1,625, sehingga dari kurva diatas, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PVS dan SD yaitu  $V=2.675,4(SD)^{-1,625}$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9404$ .

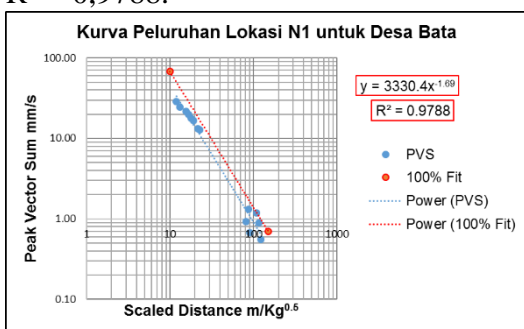




**Gambar 7.** Scaled Distance Chart Pit N1-Tangki Pertamina

Berdasarkan **Gambar 7**, Nilai konstanta  $K_v$  yang digunakan pada lokasi Pit N1-Tangki Pertamina adalah 3.500,2 dengan nilai konstanta  $B_v$  sebesar -1,704, sehingga dari kurva diatas, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PVS dan SD yaitu  $V=3.500,2 (SD)^{-1.704}$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9464$ .

Berdasarkan **Gambar 8**, Nilai konstanta  $K_v$  yang digunakan pada lokasi Pit CT1-Ds. Bata adalah 3.330,4 dengan nilai konstanta  $B_v$  sebesar -1,69, sehingga dari kurva diatas, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PVS dan SD yaitu  $V=3.330(SD)^{-1.69}$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9788$ .



**Gambar 8.** Scaled Distance Chart Pit N1-Desa Bata

### Perbandingan Isian Bahan Peledak Maksimum per Delay Aktual dan Prediksi

Berikut adalah hasil perhitungan

dari grafik diatas dalam menentukan isian bahan peledak maksimum per *delay* pada jarak peledakan tertentu, adapun jarak lokasi kritikal Ds Bata dan tangki Pertamina dengan lokasi peledakan CT1 berkisar antara 1.000 – 2.100 m dan lokasi peledakan N1 berkisar antara 2.000 – 2.600 m.

Pengukuran getaran tanah lubang produksi pada lokasi CT1 dan N1 banyak menghasilkan nilai PVS jauh dibawah ambang batas yang telah ditentukan, serta lebih besarnya nilai PPV prediksi dibandingkan dengan nilai PVS aktual, oleh karena itu untuk nilai isian bahan peledak per *delay* masih dapat ditingkatkan sesuai dengan grafik log-log *scaled distance chart* CT1 dan N1 diatas. Perbandingan antara *isian* bahan peledak maksimum per *delay* aktual dan prediksi dapat dilihat pada **Tabel 4**.

CPD = Charge Per Delay

(Kg/Delay) / Isian Bahan Peledak per Delay (Kg/Delay)

### Penurunan PPV pada Simulasi Signature hole Analysis (SHA)

Rangkuman persentasi penurunan PPV terlihat pada **Tabel 5**. Simulasi *Inter hole delay* 62 ms dan *inter row delay* 37 ms untuk CT1 dan *inter hole delay* 88 ms dan *inter row delay* 53 ms akan menghasilkan penurunan PPV rata-rata sebesar 34.66 %.

**Tabel 3.** Perbandingan Isian Bahan Peledak Maksimum Per *Delay* Aktual dan Prediksi

No	Tanggal	Lokasi Peledakan	Lokasi Blasmate	Jarak	CPD	CPD	Persentasi Kenaikan
					Aktual	Prediksi	
				m	Kg <sup>0.5</sup>	Kg <sup>0.5</sup>	
1	24/10/2017	Central - CT1	Tangki Pertamina	1.136	70	77,06	9,16
2	27/10/2017			1.136	70	77,06	9,16
3	31/10/2017			1.216	55	88,3	37,71
4	01/03/2018			1.839	153	201,95	24,24
5	04/03/2018			1.979	150	233,86	35,86
6	30/03/2018			2.002	205	239,33	14,34
7	09/04/2018			2.080	216	258,34	16,39
8	01/11/2017	Central – CT1	Desa Bata	1.375	141	235,76	40,19
9	09/12/2017			1.257	109	197,03	44,68
10	03/01/2018			1.377	170	236,44	28,1
11	10/01/2018			1.335	129	222,24	41,95
12	13/01/2018			1.250	136	194,84	30,2
13	06/12/2017	North - N1	Tangki Pertamina	2.140	467	631,99	26,11
14	04/03/2018			1.826	458	460,13	0,46
15	24/04/2018			1.517	232	317,58	26,95
16	06/12/2017	North - N1	Desa Bata	2.636	467	944,83	50,57
17	10/01/2018			1.145	170	178,27	4,64
18	14/01/2018			2.324	662	734,4	9,86
19	16/01/2018			2.209	407	663,52	38,66
20	04/03/2018			2.505	458	853,25	46,32

**Tabel 4.** Penurunan PPV pada Simulasi *Signature Hole Analysis* (SHA)

No	Tanggal	Lokasi <i>Signature Hole</i>		PPV Aktual	PPV Simulasi	Penurunan PPV
				mm/s	mm/s	%
1	13/03/2018	CT1	SH3	48,65	22,97	52,79
2	13/03/2018		SH4	40,49	22,97	43,27
3	13/03/2018		SH5	48,57	22,97	52,71
4	13/03/2018		SH2	33,24	22,97	30,9
5	13/03/2018		SH3	30,21	22,97	23,97
6	13/03/2018		SH4	30,36	22,97	24,34
7	23/03/2018	N1	SH1	20,02	14,29	28,62
8	23/03/2018		SH2	21,5	14,29	33,53
9	23/03/2018		SH4	24,72	14,29	42,19
10	23/03/2018	N1	SH5	28,59	14,29	50,02
13	23/03/2018		SH4	16,53	14,29	13,55
14	23/03/2018		SH5	17,87	14,29	20,03

#### D. Kesimpulan

PT DNX Indonesia merupakan perusahaan *service blasting* yang salah satu jobsitenya berlokasi di PT Adaro Indonesia, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, monitoring getaran tanah dilakukan secara berkala menggunakan persamaan *peak particle velocity* dan *scaled distance* serta metode *signature hole analysis*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh PT DNX Indonesia *Jobsite* Adaro untuk bangunan Ds Bata dan Tangki Pertamina kedalam kelas 1 yaitu 2 mm/s. Penentuan tersebut tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571 Tahun 2010 yang menetapkan nilai ambang batas untuk bangunan Ds Bata dan Tangki

Pertamina kedalam bangunan kelas 2 dan kelas 4 yaitu 3 mm/s dan 7-20 mm/s. Hasil pengukuran *peak vector sum* dan perhitungan dengan teori *Scaled distance* (SD) menunjukkan bahwa tidak ada nilai *Peak Vector Sum* (PVS) yang melebihi ambang batas 2 mm/s untuk lokasi Desa Bata dan Tangki Pertamina.

2. Dari hasil getaran tanah yang dihasilkan oleh aktivitas peledakan lubang *signature* dan lubang produksi didapatkan nilai koefisien peluruhan getaran Kv dan Bv untuk lokasi peledakan CT1 dan N1 terhadap kritikal area yang meliputi Ds Bata dan Tangki Pertamina. Kurva peluruhan dengan parameter *Peak Particle Velocity* (PPV), mengikuti persamaan.

Lokasi CT1 – Ds Bata :  
 $PPV = 2.675,4 \times (SD)^{-1,625}$   
 Lokasi CT1 – Tangki Pertamina :  
 $PPV = 1.471,2 \times (SD)^{-1,379}$   
 Lokasi N1 – Ds Bata :  
 $PPV = 3.330,4 \times (SD)^{-1,69}$   
 Lokasi N1 – Tangki Pertamina :  
 $PPV = 3.500,2 \times (SD)^{-1,704}$

3. Berdasarkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD, didapatkan batasan Isian bahan peledak maksimal per *delay* dengan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan yang telah ditentukan, ternyata pada jarak lebih dari
4. 1.000 m dari lokasi peledakan CT1 – Tangki Pertamina dan CT1 – Ds Bata, isian bahan peledak maksimal per *delay* lokasi peledakan CT1 – Tangki Pertamina dan CT1 – Ds Bata dapat ditingkatkan sebanyak 20,98% dan 37,02%. Sedangkan untuk lokasi peledakan N1 – Tangki Pertamina dan N1 – Ds Bata, isian bahan peledak maksimal per *delay* dapat ditingkatkan sebanyak 17,84% dan 30,01%.
5. Dalam *signature hole analysis* (SHA) menggunakan *Microsoft excel* 2010 dan *Blastware* 10.72 didapatkan *delay* konfigurasi yang optimum untuk lokasi CT1 adalah pada *inter hole delay* 62 ms dan *inter row delay* 37 ms serta lokasi N1 pada *inter hole delay* 88 ms dan *inter row delay* 53 ms dengan penurunan PPV rata-rata sebesar 34.66 %.

## E. Saran

1. Dengan hasil getaran tanah PVS yang dihasilkan pada setiap pengukuran dilokasi Desa Bata dan Tangki Pertamina tidak melebihi nilai ambang batas

yang ditentukan yaitu 2 mm/s, disarankan untuk menambah isian bahan peledak yang digunakan agar meningkatkan produksi dan hasil fragmentasi yang baik.

2. Disarankan untuk memaksimalkan *delay* detonator elektronik yaitu 20.000 ms pada setiap kegiatan peledakan, agar mengurangi getaran tanah yang di hasilkan.

## Daftar Pustaka

- Bhandari, S. 1997. *Engineering Rock Blasting Operation*. Taylor & Francis.
- Birol, Eleveli and Ercan, Arvaz. 2010. *Evaluation of parameters affected on the blast induced ground vibration (BIGV) by using relation diagram method (RDM)*. Ondokuz Mayıs University, Industrial Engineering Dpt, Samsun, Turkey.
- Cunningham C. V. B. 2000. *The effect of timing precision on control of blasting effects. Proceedings 1st EFEE Conference on Explosives and Blasting Technique*. Munich. pp. 123–127.
- Dowding, C. H. 1985. *Blast Vibration Monitoring and Control*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Hans C. Ohanian. 1990. *Principles of Quantum Mechanics*. Prentice Hall. Michigan.
- Juanda, Juju. 2014. *Dyno Nobel Persentation*. PT DNX Indonesia. Jakarta.
- Koesnaryo, S. 2001. *Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*. Yogyakarta:Teknik Pertambangan, UPN ‘Veteran’.
- Konya, C.J., and Walter, E.J. 1990. *Surface Blast Design*. New Jersey, U.S.A: Prentice Hall.

- Englewood Cliffs.
- Novitayani, Linda. 2012. *Superposisi Gelombang*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Republik Indonesia. 1988. *Keputusan Presiden No. 5 Tahun 1988 tentang Pengadaan Bahan Peledak*. Sekretariat Kabinet RI. Jakarta.
- Rosenthal MF, Marlock GL. 1987. *Blasting Guidance Manual*. Washington DC:OSMRE.
- Rizky, M. 2012. *Analisis Penentuan Optimum Intershot Delay Timing Dengan Signature hole Method Untuk Mengontrol Getaran Tanah Pada Pit Pinang South Pt Kaltim Prima Coal, Sangatta Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Rudini. 2012. *Analisis Ground Vibration Pada Peledakan Overburden Di Panel 4 Pit J Pt. Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Pertambangan UPN “Veteran”, Yogyakarta.
- Sen. 1995. *Blasting technology for mining and civil engineers*. Crows Nest, N.S.W. : Engineers Media : distributed by EA Books.
- SNI. 2010. SNI 7571: *Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan*. Bandung: BSN.
- Widodo, Douglas. 2011. *Skripsi Analisis Ground Vibration pada Peledakan PT Thiess Contractor Indonesia, Site Senakin, Kalimantan Selatan*. Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Yuliadi. 2011. *Tesis Kajian Prediksi Peak Particle Velocity Akibat Peledakan di Kuari D Tambang Batu Gamping PT Indocement Tunggal Prakarsa Citeureup Bogor*. Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.