

Optimalisasi Isian Bahan Peledak Terhadap Jarak Lokasi Peledakan Dengan Penempatan Alat Dalam Kegiatan Peledakan Di Dekat Low Wall Pit 9 Berdasarkan Nilai Peak Particle Velocity Pada Pt Alamjaya Bara Pratama

Optimization of Filling of Explosives Against the Distance of Blasting Locations by Placement of Equipment in Blasting Activities Near Low Wall Pit 9 Based on Peak Particle Velocity At PT Alamjaya Bara Pratama

Michael Farissa Richardo Hehanussa¹, Bevieano M. Nahumury², Enos Karapa³,
Djuardrensi Patabang⁴.

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih.
mhehanussa65@gmail.com

ABSTRAK

Ground vibration adalah gelombang yang bergerak didalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Ground vibration pada peledakan disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya yaitu pemakaian bahan peledak yang berlebihan. Peak Particle Velocity adalah salah satu kriteria untuk menentukan tingkat getaran yang berpengaruh terhadap Low Wall pada lokasi tambang.

Dari pengukuran ground vibration dari tanggal 02 – 26 september 2022 dilakukan analisis menggunakan aplikasi Blastware. Hasil analisis adalah persamaan rumus hubungan antara PPV dan *scaled distance* (SD) yaitu $PPV = 18268,2 (SD)^{-1,725}$ dengan tingkat kepercayaan data yaitu $0,787 = 78\%$ yang menyatakan bahwa data dapat dipercaya.

Persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD kemudian digunakan untuk menentukan isian bahan peledak maksimal dan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan yang didasarkan standar ground vibration PT. Alamjaya Bara Pratama.

Kata Kunci: Ground Vibration, Peledakan, Peak Particle Velocity (PPV).

ABSTRACT

Ground vibration is a wave that moves in the ground caused by the presence of an energy source. Ground vibration in detonation is caused by several things, one of which is the excessive use of explosives. Peak Particle Velocity is one of the criteria for determining the level of vibration that affects the Low Wall at the mine site.

From ground vibration measurements from 02 – 26 September 2022 an analysis was carried out using the Blastware application. The result of the analysis is the equation for the relationship between PPV and scaled distance (SD), namely $PPV = 18268.2 (SD)^{-1.725}$ with a data confidence level of $0.787 = 78\%$ which states that the data can be trusted.

The relationship formula equation between PPV and SD is then used to determine the maximum explosive charge and the safe distance for blasting activities based on PT. Alamjaya Bara Pratama. ground vibration standards.

Keywords: Ground Vibration, Explotion, Peak Particle Velocity (PPV)

PENDAHULUAN

Kalimantan merupakan daerah penghasil batubara terbesar di Indonesia dengan menyimpan 62,1% dari total potensi cadangan dan sumber daya batubara oleh karena itu banyak perusahaan tambang yang beroperasi di daerah Kalimantan salah satunya yaitu PT. Alamjaya Bara Pratama. PT. Alamjaya Bara Pratama merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang bertempat di daerah Kalimantan timur. Dengan menggunakan metode penambangan strip mine, dalam

kegiatan penambangan juga dilakukan kegiatan peledakan untuk melepaskan batuan dari batuan induknya.

Kegiatan peledakan merupakan kegiatan pembongkaran pada batuan yang dilakukan secara berurutan setelah kegiatan pengeboran lubang tembak. Selanjutnya kegiatan peledakan tersebut dilakukan dengan mengikuti pola dan arah pemboran, sehingga param-param yang harus diperhatikan adalah geometri peledakan, pola peledakan, peralatan perlengkapan peledakan, metode pengisian bahan peledak dan spesifikasi bahan peledak yang digunakan.

Hasil peledakan akan mengakibatkan terjadinya *ground vibration*. *Ground vibration* adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. *Groud vibration* terjadi pada daerah elastik (*elastic zone*). Di daerah ini tegangan yang diterima material lebih kecil dari kekuatan material sehingga hanya menyebabkan perubahan bentuk dan volume. Sesuai dengan sifat elastis material maka bentuk dan volume akan kembali ke keadaan semula tak ada tegangan yang bekerja. Perambatan tegangan pada daerah elastis akan menimbulkan gelombang getaran yang dikeluarkan oleh alat blasmate. Setelah data diterima maka akan diolah menggunakan metoda *Peak Particle Velocity*.

Peak Particle Velocity (PPV) adalah kecepatan maksimum yang digunakan untuk menghitung besarnya getaran pada suatu lokasi yang tergantung pada jarak lokasi dari pusat peledakan dan dari jumlah bahan peledak yang dipakai perperiode (*delay*). Untuk mengetahui nilai PPV didapat dari menghitung dan membandingkan hasil nilai PPV menggunakan teori *Scale Distance* (SD) dan menggunakan aplikasi blastware untuk mendapatkan grafik persamaan PPV dan SD serta mengetahui tingkat kepercayaan data.

Hal tersebut melatar belakangi dilakukan pengamatan, penelitian dan analisis lebih mendalam dengan judul "Optimalisasi Isian Bahan Peledak Terhadap Jarak Lokasi Peledakan Dengan Penempatan Alat Dalam Kegiatan Peledakan Di Dekat Low Wall Pit 9 Berdasarkan Nilai *Peak Particle Velocity* Pada PT Alamjaya Bara Pratama".

METODOLOGI PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan di daerah Kawasan pertambangan batubara PT. Alamjaya Bara Pratama yang terletak di Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

Adapun rencana penelitian yang akan dilakukan mengenai "Optimalisasi Isian Bahan Peledak Terhadap Jarak Dalam Kegiatan Peledakan Di Dekat Low Wall Pit 9 PT. Alamjaya Bara Pratama Tenggarong". Penelitian di PT. Alamjaya Bara Pratama berlangsung selama 2 bulan, dengan data yang diteliti berupa data primer (data yang diameterbil secara langsung dilapangan) dan data sekunder (data pendukung yang diperoleh dari perusahaan maupun sumber-sumber atau referensi dari luar). Secara sistematis disusun langkahlangkah dalam tahapan penelitian diantaranya adalah:

A. Tahap Persiapan

Tahapan ini meliputi: Studi pustaka, dimaksudkan untuk mengetahui gambaran umum mengenai kondisi daerah penelitian, metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dan gambaran dari lingkungan sekitar. Melakukan kunjungan awal ke lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi daerah penelitian serta persiapan hal-hal yang perlu diantisipasi, sehingga dapat mendukung pada tahapan berikutnya. Persiapan peralatan yang digunakan di lapangan dan penyusunan laporan penelitian.

B. Pekerjaan Lapangan

Tahapan ini meliputi:

- a. Pengecekan pemboran lubang tembak,yang disiapkan untuk kegiatan peledakan, dengan kedalaman dan besaran diameter lobang sudahditentukan oleh perusahaan.
- b. Pelaksanaan pengisian bahan peledak yang sudah diangkut dari Gudang bahan peledak menuju lokasi rencana peledakan dengan menggunakan mobil khusus pengangkut bahan peledak.

- c. Pengambilan data, yaitu pengumpulan data dasar di lapangan yang meliputi jarak peledakan dengan lokasi low wall.

2. Ground Vibration

Ground vibration adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas peledakan. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam usaha menentukan hubungan antara faktor-faktor tersebut sesuai dengan tingkat getaran. Dua faktor prinsip yang mempengaruhi tingkat getaran hasil peledakan yaitu :

- 1) Jumlah muatan bahan peledak maksimal/delay Apabila muatan ditambah maka tingkat getaran akan bertambah, tetapi hubungan ini bukan merupakan hubungan yang sederhana, misalnya muatan dua kali lipat jumlahnya tidak menghasilkan getaran yang dua kali lipat.
- 2) Jarak dari lokasi peledakan Pengaruh jarak terhadap tingkat getaran yaitu apabila jarak pengukuran lokasi peledakan semakin jauh maka getaran yang dihasilkan juga semakin kecil.

A. Kontrol Getaran

Kecepatan partikel adalah kecepatan partikel bumi bergetar sekitar posisi semula (rest position). Kecepatan partikel adalah fungsi dari energi (input energy). Energi yang besar menghasilkan kecepatan partikel yang tinggi pula. Peledakan delay mengurangi tingkat getaran sebab setiap delay menghasilkan masing-masing gelombang seismik yang kecil terpisah. Gelombang hasil delay pertama telah merambat pada jarak tertentu sebelum selanjutnya delay meledak. Kecepatan perambatan tergantung pada jenis batuanannya.

a. Hukum *Scaled distance* (SD)

Scale 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. Jika isian lubang (ratio perbandingan panjang dan diameter lebih dari 6), gelombang akan dirambatkan didepan lubang bor. *Scale distance*, $d/W^{1/2}$. W total berat bahan peledak yang meledak per delay, d, jarak dari alat perekam terhadap lokasi peledakan. Rumus diatas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$PPV = K \left(\frac{D}{W} \right)^{1/2} - e = (SD)e \times K$$

Dimana :

PPV : peak particle velocity (mm/s)

D : jarak dari recorder ke lokasi peledakan (m)

W : total berat bahan peledak per minimum delay (kg)

K : konstanta

SD : Square Root *Scale distance* untuk isian lubang ledak ($m/kg^{0.5}$)

- b. Analisa *Scaled distance* yang disesuaikan peraturan *scaled distance* menunjukkan kondisi kondisi dimana pekerjaan peledakan tidak boleh dilakukan. Pengaturan kembali hukum *scaled distance* diperlukan seandainya harga *scaled distance* tidak lagi sesuai dengan kebutuhan kebutuhan operasi. Pengaturan ini didasarkan pada alasan bahwa tingkat getaran akibat getaran selalu berada dalam batas aman. Pernyataan tersebut di atas dapat dan harus dibuktikan oleh pengukuran ground vibration. Dengan diperolehnya hubungan ini, maka ditetapkan suatu ketentuan mengenai jumlah bahan peledak yang diperbolehkan meledak per waktu tunda pada jarak tertentu sehingga tidak terjadi kecepatan puncak partikel yang melebihi harga yang diinginkan. Cara pengaturan *scaled distance* value, yang di pergunakan yaitu : Particle Velocity vs *Scaled distance*. Metode ini meliputi pengukuran ground vibration dan perhitungan *scaled distance* value dari data.

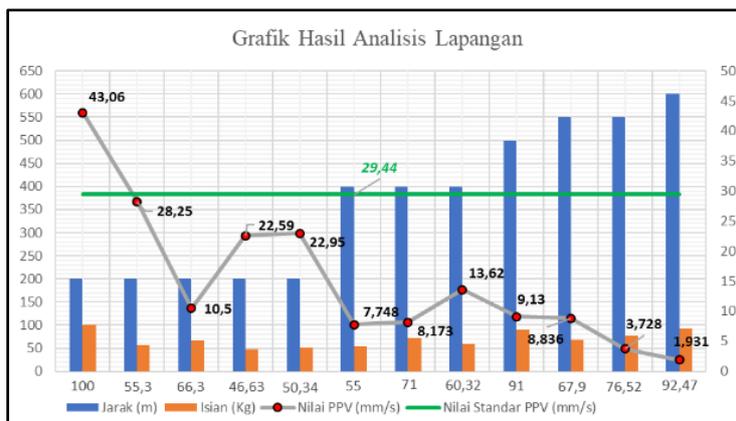
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengukuran Ground Vibration

Pengukuran ground vibration dilakukan menggunakan InstanTel Blastmate III. InstanTel Blastmate III merupakan produk InstanTel dari Kanada. Alat ini memiliki tiga saluran yang terdiri dari saluran pertama adalah saluran perekam getaran (geophone) yang ditimbulkan dari hasil peledakan yang terdiri dari tiga komponen Gerakan batuan pada arah transversal, vertical dan longitudinal. Saluran kedua adalah saluran yang digunakan untuk merekam air blast (microphone) yang ditimbulkan selama proses peledakan, saluran ketiga adalah saluran untuk mengkoneksikan alat ke komputer atau labtop (output data hasil rekaman baik dari hasil getaran maupun hasil suara ledakan) yang kemudian data tersebut dimasukkan dalam software Blastware.

Tabel 1. Hasil Penelitian

Tanggal	D (m)	W (kg)	Peak Particle Velocity (mm/s)								
			Trans	(Hz)	(g)	Vert	(Hz)	(g)	Long	(Hz)	(g)
2/Sep/22	400	55	10,77	6,71	0,055	11,29	6,2	0,022	7,748	4,21	0,742
3/Sep/22	550	67,9	8,504	4,5	0,136	7,661	5,8	0,085	8,836	6,8	0,055
4/Sep/22	200	100	36,48	8,2	0,351	27,31	4,7	0,097	43,06	5,8	0,542
7/Sep/22	500	91	13,06	6,3	0,066	7,346	6,7	0,051	9,13	6,9	0,059
7/Sep/22	400	71	14,73	4,8	0,056	9,151	4,7	0,063	8,173	6,2	0,056
8/Sep/22	400	60,32	13,3	6,7	0,165	11,4	5,1	0,151	13,62	8,6	0,25
9/Sep/22	200	55,3	24,99	7,9	0,273	17,62	5,1	0,306	28,25	6,8	0,34
10/Sep/22	200	66,3	11,82	4	0,142	8,804	4,9	0,174	10,5	4,2	0,125
12/Sep/22	200	46,63	40,49	9	0,494	19,76	6,1	0,438	22,59	10	0,629
13/Sep/22	200	50,34	31,49	6	0,286	16,07	7,3	0,234	22,95	5,7	0,23
25/Sep/22	600	92,47	3,302	3,8	0,02	2,154	4,1	0,058	1,931	4,3	0,026
26/Sep/22	550	76,52	5,903	5,1	0,025	5,41	5,3	0,031	3,728	5,3	0,023



Gambar 1. Grafik Penelitian Aktual

Dari grafik diatas diketahui bahwa semakin dekat jarak penempatan alat maka semakin besar pula nilai peak particle velocity.

Berdasarkan standar getaran pada low wall adalah 29,44 mm/s dan dari hasil pengukuran terdapat beberapa nilai ppv yang melewati batas standar aman maka dari itu perlu dilakukan optimalisasi terhadap bahan isian peledak dan jarak lokasi penempatan alat kelokasi peledakan.

Tabel 2. Rancangan Isian per Lubang Jarak 250 m

No	Jarak (m)	Isian Lubang (Kg)	Konstanta	SD (m/kg) ^{0,5}	Eksponen	PPV Standar	PPV (mm/s)	Kategori
1	250	30	18268,2	45,64	-1,725	29,44	25,08	Aman
2	250	32	18268,2	44,19	-1,725	29,44	26,51	Aman
3	250	34	18268,2	42,87	-1,725	29,44	27,94	Aman
4	250	36	18268,2	41,67	-1,725	29,44	29,35	Aman
5	250	38	18268,2	40,56	-1,725	29,44	30,75	Tidak Aman

Tabel 3. Jarak 250 m dengan Isian Bahan Peledak 36 kg

Distance (m)	Charge Weight Per Delay (Kg)	PPV Prediction (mm/s)	B (m)	S (m)	PF (Kg/bcm)	Q (Kg)	H (m)
250	36	29,44	8	9	0,2	36	2,44
			8	9	0,19	36	2,63
			8	9	0,18	36	2,83
			8	9	0,16	36	3,07

1. Rancangan isian perlubang jarak 250 m dengan isian 30 hingga 34 kg masih tergolong sangat aman untuk dilakukan peledakan dan pada isian 36 kg mendapatkan hasil nilai PPV optimal yaitu 29,35 mm/s untuk PPV mendekati 29,44 mm/s dengan kategori aman untuk dilakukan peledakan, namun pada isian 38 kg mendapatkan hasil nilai PPV 30,75 mm/s yang melewati batas standar low wall sehingga tidak disarankan untuk jarak 250 m dilakukan peledakan dengan isian diatas 38 kg.

Tabel 4. Rancangan Isian Perlubang Jarak 300 m

No	Jarak (m)	Isian Lubang (Kg)	Konstanta	SD (m/kg) ^{0,5}	Eksponen	PPV Standar	PPV (mm/s)	Kategori
1	300	50	18268,2	42,43	-1,725	29,44	28,45	Aman
2	300	52	18268,2	41,6	-1,725	29,44	29,42	Aman
3	300	54	18268,2	40,82	-1,725	29,44	30,40	Tidak Aman
4	300	56	18268,2	40,09	-1,725	29,44	31,37	Tidak Aman
5	300	58	18268,2	39,39	-1,725	29,44	32,33	Tidak Aman

Tabel 5. Jarak 300 m dengan Isian Bahan Peledak 52 kg

Distance (m)	Charge Weight Per Delay (Kg)	PPV Prediction (mm/s)	B (m)	S (m)	PF (Kg/bcm)	Q (Kg)	H (m)
300	52	29,44	8	9	0,17	52	4,25
			8	9	0,16	52	4,51
			8	9	0,15	52	4,81
			8	9	0,15	52	5,16

2. Rancangan isian perlubang jarak 300 m dengan isian 50 kg masih tergolong sangat aman untuk dilakukan peledakan dan pada isian 52 kg mendapatkan hasil nilai PPV optimal yaitu 29,42 mm/s untuk PPV mendekati 29,44 mm/s dengan kategori aman untuk dilakukan peledakan dan pada isian 54 kg juga masih dilakukan peledakan dengan kategori kurang aman, namun pada isian 56 kg mendapatkan hasil nilai PPV 31,37 mm/s yang melewati batas standar low wall sehingga tidak disarankan untuk jarak 300 m dilakukan peledakan dengan isian diatas 54 kg.

Tabel 6. Rancangan Isian Perlubang Jarak 350 m

No	Jarak (m)	Isian Lubang (Kg)	Konstanta	SD (m/kg) ^{0,5}	Eksponen	PPV Standar	PPV (mm/s)	Kategori
1	350	70	18268,2	41,83	-1,725	29,44	29,15	Aman
2	350	72	18268,2	41,25	-1,725	29,44	29,86	Tidak Aman
3	350	74	18268,2	40,69	-1,725	29,44	30,58	Tidak Aman
4	350	76	18268,2	40,15	-1,725	29,44	31,29	Tidak Aman
5	350	78	18268,2	39,63	-1,725	29,44	32,00	Tidak Aman

Tabel 7. Jarak 350 m dengan Isian Bahan Peledak 70 kg

Distance (m)	Charge Weight Per Delay (Kg)	PPV Prediction (mm/s)	B (m)	S (m)	PF (Kg/bcm)	Q (Kg)	H (m)
350	70	29,44	8	9	0,19	70	5,12
			8	9	0,18	70	5,40
			8	9	0,17	70	5,72
			8	9	0,16	70	6,08

3. Rancangan isian perlubang jarak 350 m dengan isian 70 kg mendapatkan hasil nilai PPV optimal yaitu 29,15 mm/s untuk PPV mendekati 29,44 mm/s dengan kategori aman untuk dilakukan peledakan, dan pada isian 72 hingga 74 kg dapat juga dilakukan peledakan dengan kategori kurang aman, namun pada isian 76 kg mendapatkan hasil nilai PPV 31,29 mm/s yang melewati batas standar low wall sehingga tidak disarankan untuk jarak 350 m dilakukan peledakan dengan isian diatas 74 kg.

Tabel 8. Rancangan Isian Perlubang Jarak 400 m

No	Jarak (m)	Isian Lubang (Kg)	Konstanta	SD (m/kg) ^{0,5}	Eksponen	PPV Standar	PPV (mm/s)	Kategori
1	400	90	18268,2	41,83	-1,725	29,44	28,75	Aman
2	400	92	18268,2	41,25	-1,725	29,44	29,30	Aman
3	400	94	18268,2	40,69	-1,725	29,44	29,85	Tidak Aman
4	400	96	18268,2	40,15	-1,725	29,44	30,40	Tidak Aman
5	400	98	18268,2	39,63	-1,725	29,44	30,94	Tidak Aman

Tabel 9. Jarak 400 m dengan Isian Bahan Peledak 92 kg

Distance (m)	Charge Weight Per Delay (Kg)	PPV Prediction (mm/s)	B (m)	S (m)	PF (Kg/bcm)	Q (Kg)	H (m)
400	92	29,44	8	9	0,18	92	7,10
			8	9	0,17	92	7,52
			8	9	0,16	92	7,99
			8	9	0,15	92	8,52

4. Rancangan isian perlubang jarak 400 m Rancangan pada jarak 400 m dengan isian 90 kg masih tergolong sangat aman untuk dilakukan peledakan dan pada isian 92 kg mendapatkan hasil nilai PPV optimal yaitu 29,30 mm/s untuk PPV mendekati 29,44 mm/s dengan kategori aman untuk dilakukan peledakan, dan pada isian 94 hingga 96 kg dapat dilakukan peledakan dengan kategori kurang aman, namun pada isian 98 kg mendapatkan hasil nilai PPV 30,94 mm/s yang melewati batas standar low wall sehingga tidak disarankan untuk jarak 250 m dilakukan peledakan dengan isian diatas 96 kg.

Tabel 10. Rancangan Isian Perlubang Jarak 450 m

No	Jarak (m)	Isian Lubang (Kg)	Konstanta	SD (m/kg) ^{0,5}	Eksponen	PPV Standar	PPV (mm/s)	Kategori
1	450	114	18268,2	42,15	-1,725	29,44	28,77	Aman
2	450	116	18268,2	41,78	-1,725	29,44	29,21	Aman
3	450	118	18268,2	41,43	-1,725	29,44	29,64	Tidak Aman
4	450	120	18268,2	41,08	-1,725	29,44	30,07	Tidak Aman
5	450	122	18268,2	40,74	-1,725	29,44	30,51	Tidak Aman

Tabel 11. Jarak 450 m dengan Isian Bahan Peledak 116 kg

Distance (m)	Charge Weight Per Delay (Kg)	PPV Prediction (mm/s)	B (m)	S (m)	PF (Kg/bcm)	Q (Kg)	H (m)
450	116	29,44	8	9	0,24	116	6,71
			8	9	0,22	116	7,32
			8	9	0,20	116	8,06
			8	9	0,18	116	8,95

5. Rancangan isian perlubang jarak 450 m Rancangan pada jarak 450 m dengan isian 114 kg masih tergolong sangat aman untuk dilakukan peledakan dan pada isian 116 kg mendapatkan hasil nilai PPV optimal yaitu 29,21 mm/s untuk PPV mendekati 29,44 mm/s dengan kategori aman untuk dilakukan peledakan, dan pada isian 118 hingga 120 kg dapat dilakukan peledakan dengan kategori kurang aman, namun pada isian 112 kg mendapatkan hasil nilai PPV 30,51 mm/s yang melewati batas standar low wall sehingga tidak disarankan untuk jarak 250 m dilakukan peledakan dengan isian diatas 120 kg. Range isian bahan peledak disesuaikan pada operasi peledakan pada tanggal 02 September 2022 hingga 26 September 2022 yaitu dengan range isian 55 sampai 100 kg perlubangnya. Lokasi low wall dengan jarak lokasi peledakan 200 m tidak dilakukan rancangan isian karena beresiko menghasilkan getaran yang besar. Sehingga rancangan ini dilakukan dari jarak 250 m hingga 450 m. Pada rancangan untuk mencari isian bahan peledak optimal dengan PPV mendekati 29,44 mm/s dengan perhitungan prediksi dan nilai konstanta serta nilai eksponen yang sudah diperoleh dengan perhitungan aplikasi blastware.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian terhadap getaran hasil peledakan di PT. Alamjaya Bara Pratama dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai Ground Vibration yang dihasilkan dari tanggal 02 september – 26 september 2022 belum mencapai batas standar aman yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 24,44 mm/s, dan masih bisa ditambah isian bahan peledak agar mencapai standar yang ditentukan namun pada tanggal 04 September 2022 dan 09 – 13 September 2022, menghasilkan nilai PPV yang tinggi dan tidak termasuk kategori aman sehingga diperlukan optimalisasi isian dan jarak. Faktor yang mempengaruhi ground vibration dilapangan antara lain:
 - a. Jarak lokasi pengukuran ground vibration dari lokasi peledakan karena semakin jauh lokasi pengukuran semakin kecil pula nilai PPV yang diterima.
 - b. Lokasi penempatan alat yang berpindahpindah karena harus menyesuaikan dengan jarak aman dari lokasi peledakan.
 - c. Besar kecilnya nilai powder faktor berhubungan dengan jumlah bahan peledak dan volumenya yang mana pada saat penelitian dengan nilai powder faktor 0,16 – 0,18 kg/BCM menghasilkan PPV yang berbeda.
2. Rekomendasi isian muatan perlubang untuk mengurangi nilai PPV agar mendekati nilai 29,44 mm/s yaitu:
 - a. Jarak 250 m maksimal muatan 36 kg menghasilkan PPV 29,35 mm/s dapat dilakukan peledakan dengan PF 0,19 dan kedalaman lubang 2,63 m.
 - b. Jarak 300 m maksimal muatan 52 kg menghasilkan PPV 29,42 mm/s dapat dilakukan peledakan dengan PF 0,17 dan kedalaman lubang 4,25 m.
 - c. Jarak 350 m maksimal muatan 70 kg menghasilkan PPV 29,15 mm/s dapat dilakukan peledakan dengan PF 0,19 dan kedalaman lubang 5,12 m.
 - d. Jarak 400 m maksimal muatan 92 kg menghasilkan PPV 29,30 mm/s dapat dilakukan peledakan dengan PF 0,18 dan kedalaman lubang 7,10 m.

- e. Jarak 450 m maksimal muatan 115 kg menghasilkan PPV 29,21 dapat dilakukan peledakan dengan PF 0,24 dan kedalaman lubang 6,71 m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan limpah terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penyelesaian artikel ini, semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi orang lain dan juga penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam artikel ini, saran dan masukan sangat membantu penulis dalam penulisan artikel-artikel selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achri, Rudani. 2014. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan. <http://azzuhrycorp.blogspot.com/>.
- Anonim, 2004, Kursus Juru Ledak Kelas II, Departemen Pertambangan dan Energi, Yogyakarta.
- Bhandari, S, Engineering Rock Blasting Operations. A.A Balkema : Rotterdam.
- Cahyadi, A.I, 2017, Analisis Pengaruh Getaran Tanah Akibat Peledakan Terhadap Kestabilan Lereng Highwall Pit 4200 Blok 1 South Block 1 (Rml) Pt. Trubaindo Coal Mining Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur., UNMUL., Samarinda.
- Domili, Harris Mohammad. (2014). Analisis Getaran Tanah Akibat Peledakan Untuk Mencapai Kondisi Aman Pada Kawasan Pemukiman Pada PT Cipta Kridatama Site MHU. Tenggarong. Universitas Kutai Kartanegara.
- Fitri, Dini Annisa, dkk. 2013. "Evaluasi Perimeter Blasting Terhadap Tingkat Getaran Tanah (Ground Vibration) Pada Pre Bench Pit Air Laya Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk". (hlm 1-5). Sumatra Selatan: Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya.
- Gokhale, B.V, 2011, Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines. CRC Press London. United Kingdom. Page 540-541.
- Hikmah, Nur. (2015). Analisis Ground Vibration Menggunakan Pendekatan Peak Particle Velocity Pada Kegiatan Peledakan Serta Dampak Terhadap Bangunan PT. Kideco Jaya Agung Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. Makasar. Universitas Veteran Republik Indonesia.
- Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republic Indonesia Nomor 1872 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- Maryura, Rizki, dkk. 2013. "Kajian Pengurangan Tingkat Getaran Tanah (Groud Vibration) Pada Operasi Peledakan Interburden B2-C Tambang Batubara Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim". (hlm 1-8). Sumatra Selatan: Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1996, Nomor Kep-49/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Getaran, Sekretaris Menteri Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Keputusan Menteri Pertambangan Dan Energi Nomor: 555.K/26/M.PE/1995 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pertambangan Umum.
- Koesnaryo, 1988, Bahan Peledak dan Metode Peledakan. Universitas Pembangunan Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.
- Koesnaryo, 2001, Rancangan Peledakan Batuan, Jurusan Teknik Pertambangan UPN, Yogyakarta.
- SNI 7571:2010 Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan.
- William, H, 1999, Blasting Principles for Open Pit Mining. A.A Balkema : Rotterdam.