

ANALISIS PERBANDINGAN METODE AIR DECK DAN NON AIR DECK TERHADAP GROUND VIBRATION HASIL PELEDAKAN DI PT. BUKIT ASAM TBK

Liko Ramadhan¹, AA Inung Arie Adnyano², Hendro Purnomo³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, ²Fakultas Teknologi Mineral, ³Institut Teknologi Nasional
Yogyakarta, Sleman-Yogyakarta

e-mail: ¹Liko.ramadhan999@gmail.com, ²inung@itny.ac.id, ³hendro@itny.ac.id

ABSTRAK

Dalam industri penambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras, sehingga tidak dapat digali secara langsung karena berpengaruh pada produktivitas alat gali muat. Dengan berkembangnya teknologi ditemukan solusi untuk membraian batuan tersebut yaitu dengan proses peledakan. Pada proses peledakan yang dilakukan, pada umumnya dikenal dengan metode air deck dan non air deck (konvensional). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil perbandingan dari penggunaan metode air deck dan non air deck, di PT Bukit Asam TBK. Metode air deck dan non air deck pada umumnya memiliki hasil yang berbeda terhadap ground vibration pada proses peledakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: faktor-faktor yang mempengaruhi getaran tanah dari hasil peledakan di PIT 2 Banko Barat; perbandingan hasil pengukuran getaran tanah dengan menggunakan metode air deck dan non air deck; metode yang dapat digunakan untuk mengontrol getaran tanah hasil peledakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode air deck dan non air deck menunjukkan hasil yang berbeda. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. Bukit Asam pada PIT 2 Banko Barat, metode air deck menunjukkan hasil yang lebih baik. Penggunaan metode air deck menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar lebih efisien.

Kata Kunci: Air Deck, Non Air Deck, Geometri, Pola Peledakan

ABSTRACT

In the mining industry, it is often found that the rock is relatively hard, so it cannot be extracted directly because it affects the productivity of the excavator. With the development of technology, a solution was found for the rock formation, namely the blasting process. In the blasting process that is carried out, it is generally known as the air deck and non air deck (conventional) methods. This research was conducted to determine the results of the comparison of the use of air deck and non-air deck methods at PT Bukit Asam TBK. Air deck and non air deck methods generally have different results on ground vibration in the blasting process. This study aims to determine: the factors that influence ground vibrations from the blast at PIT 2 Banko Barat; comparison of ground vibration measurement results using air deck and non air deck methods; a method that can be used to control blasting ground vibrations. The results showed that the use of the air deck and non-air deck methods showed different results. Based on research conducted at PT. Bukit Asam at PIT 2 Banko Barat, the air deck method shows better results. The use of the air deck method shows that the use of fuel is more efficient.

Keywords: Air Deck, Non Air Deck, Geometry, Blasting Pattern

1. PENDAHULUAN

Dalam industri penambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras, sehingga tidak dapat digali secara langsung karena berpengaruh pada produktivitas alat gali muat. Dengan berkembangnya teknologi ditemukan solusi untuk pemberaian batuan tersebut yaitu dengan proses peledakan. Peledakan merupakan kegiatan pemecahan suatu material dengan menggunakan bahan peledak atau suatu proses terjadinya ledakan (Djuki Soedarmo, 2008: 23). Dimana proses ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemberaian batuan keras sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara produktif dan efisien.

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan, khususnya pertambangan batubara dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP). Yang terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak yang dapat ditempuh untuk mencapai daerah ini sekitar 220 km barat daya dari Kota Palembang (<http://www.ptba.co.id/id/tentang-kami/profil-perusahaan>).

PT Bukit Asam Tbk hingga saat ini masih menggunakan metode peledakan dalam pengupasan *overburden* dan *interburden*. Pola peledakan yang digunakan di lokasi penambangan elektrifikasi Pit 2 Bangko Barat adalah *Box Cut* dengan sistem penyalaan *hole by hole*. Pola *box cut* adalah pola peledakan yang arah lemparan batuanmuanya menuju ketengah sehingga tidak mengganggu area disekitar dan memudahkan proses *ripping-dozor* oleh *shovel PC 3000* dalam proses gali muat angkut. Peralatan yang umumnya digunakan untuk merancang pola peledakan adalah *surface delay* detonator 42 ms, 67 ms, 109 ms, 3000 ms, sebagai jeda untuk mengurangi getaran, *inhole delay* 6000 ms, dan kawat listrik (kabel utama yang dihubungkan dengan detonator listrik) sebagai titik awal peledakan (Ip). Peledakan di PT Bukit Asam Tbk Pit 2 Banko Barat menimbulkan getaran tanah yang berdampak pada lingkungan sekitar. Getaran tanah 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 manusia, salah satu diantaranya adalah kegiatan peledakan.

Pit 2 Banko barat salah satu pit yang dekat dengan permukiman, sehingga dibutuhkan suatu Analisa dalam rancangan peledakan dan penerapan metode *air deck* sehingga dapat mengurangi *ground vibration* di lingkungan tambang dan dapat menghemat ANFO serta biaya peledakan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Bukit Asam Tbk, berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan (<http://www.ptba.co.id/id/tentang-kami/profil-perusahaan>).

Didalam melaksanakan penelitian ini penulis menggabungkan antara teori dengan data-data di lapangan sehingga dari hasil penggabungan ini diperoleh pendekatan atau penyesuaian masalah yang tepat, yaitu dengan tahapan sebagai berikut :

1. Studi Literatur
 - a. Perpustakaan
 - b. Penelitian yang pernah dilakukan oleh perusahaan.
 - c. Jurnal ilmiah, buletin, dan informasi-informasi lain.
 - d. Peta-peta, grafik, serta tabel.
 - e. Instansi yang terkait dengan permasalahan
 - f. Penelitian di Lapangan
2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian Ilmiah ialah prosedur sistematis untuk memperoleh data yang diperlukan (Satori & Komariah, 2011: 103). Pengambilan data dilakukan saat penelitian, data yang

dibutuhkan berupa data yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir analisis *quality control* yang mana terdapat dua data yang diambil oleh penulis ,yaitu:

a) Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh organisasi yang menggunakan atau menerbitkan data tersebut (Soeratno Arsyad, 2003: 76).

Data Primer yang di ambil : Geometri Peledakan, Jarak Bangunan, Hasil Getaran, Koordinat Lapangan, Dokumentasi

b) Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2015) Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Sedangkan data sekunder menurut Purwanto (2007) ialah data yang dikumpulkan oleh orang atau lembaga lain .

Data Sekunder yang di ambil :Jenis Litologi, Data bahan peledak, Standart tingkat getaran, Pola Peledakan, Isian lubang ledak, Delay time.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

Kegiatan Perencanaan Pemboran Dan Peledakan

Pada kegiatan ini terdapat beberapa lokasi penelitian untuk kegiatan pemantauan dampak peledakan lapisan interbuden B2C berada pada permukiman penduduk di RT 05 Mandala, Kelurahan Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. Yang merupakan pemukiman terdekat dari lokasi peledakan pit 2 Elektrifikasi Banko Barat PT BA dengan jarak kurang lebih 1500 m dari RT 05 Mandala. Berdasarkan hasil pemetaan geologi, daerah penelitian terbagi menjadi 4 jenis batuan, yaitu: Batupasir, Andesit, Batulempung, dan Batubara.

Batupasir, berwarna abu-abu kekuningan, berbutir halus hingga sedang, terpilah baik, ukuran butir relative seragam, bergradasi buruk, merupakan batuan dengan kekuatan menengah (medium strong rock) dengan UCS sekitar 25 MPa. Andesit berwarna abu-abu keputihan, secara umum lapuk rendah, merupakan batuan dengan kekuatan kuat (strong rock) dengan UCS sekitar 175 MPa. Batuan ini teramati di Blok Curug Pangkul sebagai intrusi. Batulempung, berwarna abu-abu, secara umum lapuk sedang hingga tinggi, merupakan batuan dengan kekuatan lemah (weak rock) dengan UCS sekitar 20 Mpa. Kondisi aktual yang diamati secara langsung dilapangan untuk mengidentifikasi beberapa faktor yang perlu dicermati saat kegiatan peledakan guna dapat menganalisis hal hal yang berkaitan dengan pengukuran getaran tanah (*ground vibrattion*) saat proses peledakan dilakukan di lokasi pengukuran getaran tanah diantaranya adalah pola pengeboran, bobot isian per delay, peralatan dan perlengkapan peledakan, pola peledakan, *powder factor*, curah hujan, jenis material, yang akan diledakkan di Pit 2 Banko Barat.

Alur perencanaan kegiatan pemboran dan peledakan pada PT. Bukit Asam. Tbk untuk memenuhi target produksi, yaitu:

a. *Meeting* dengan departemen terkait dalam penentuan lokasi

Tahapan awal ini merupakan kegiatan awal yang dilakukan pada PT. Bukit Asam Tbk, dimana dari pihak engineering mempresentasikan ke semua departemen yang terkait dilapangan menyangkut rencana lokasi yang akan diledakkan dan rencana penempatan no unit power shovel PC – 3000 untuk menggali lokasi tersebut.

b. Pengukuran luas area dari *surveyor*

Setelah kegiatan meeting dilaksanakan, maka dari pihak survey mengukur luas area lokasi pemboran dan peledakan dengan menggunakan alat Total Station

c. *Drill design*

Setelah pengukuran luas area selesai, maka titik – titik koordinat area lokasi pemboran dan peledakan di input ke *software* dan dilakukan pembuatan *drill design* dari pihak *Engineering Drill Blast* untuk merancang titik – titik lubang bor beserta kedalaman yang akan dibor nanti dan sebagai *guidance operator drilling* dalam penentuan arah pemboran pada saat proses kegiatan pengeboran.

d. Proses prepare area

Proses prepare area merupakan proses perataan lokasi yang dilakukan unit dozer atau grder. Keuntungan dari lokasi area yang rata

- Menimalisirkan deviasi pemboran menjadi miring
- Kebersihan lubang bor
- Memudahka proses pemboran
- Menimalisirkan flyrock
- Memudahkan unit suport blasting untuk travelling.

e. Proses penitikan lubang ledak

Penitikan lubang bor bertujuan untuk menentukan akurasi letak – letak lubang bor dalam suatu pola pemboran. PT Bukit Asam Tbk dalam proses penitikannya, menggunakan metode *Tri Angle* (segitiga). Penggunaan metode ini dengan menggunakan tali ukur meteran yang dipegang oleh 3 orang.

f. Proses pemboran

Pengeboran adalah usaha secara teknis membuat lubang dengan aman sampai menembus lapisan formasi yang kaya akan minyak atau gas (Kemendikbud, 2013: 1). Nurhakim (2005: 11) mengatakan bahwa pemboran adalah suatu aktifitas atau kegiatan untuk membuat lubang dengan menggunakan unit bor yang mana lubang tersebut nantinya akan digunakan sebagai tempat peletakan bahan peledak. Proses pemboran bertujuan untuk menempatkan bahan peledak dengan membuat lubang ledak. Pada PT. Bukit Asam Tbk memiliki 1 unit *drilling* jenis *sandvik*, yaitu DM30 II-series dengan menggunakan mata bor jenis *tricone bit* dengan diameternya 200 mm.

g. Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan merupakan salah satu kegiatan pengisian bahan peledak dan pembuatan rangkaian peledakan pada daerah yang akan diledakkan, agar target produksi pembongkaran overburden tercapai.

Metode peledakan yang dilakukan PT Bukit Asam Tbk adalah non electric surface delay dan inhole delay dengan menggunakan detonator listrik sebagai pemicu awal (inisiasi point). Untuk bahan isian utama menggunakan ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil) serta bahan penguat ledak berupa powergell.

Tahapan – tahapan pada kegiatan peledakan, yaitu :

- 1) Briefing / Pembicaraan 5 Menit (P5M)
- 2) Proses pengambilan bahan peledak di gudang bahan peledak
- 3) Proses pengawalan bahan peledak
- 4) Proses *charging* bahan peledak
- 5) Proses *stemming*
- 6) Penarikan kabel penghubung / *lead wire*
- 7) Pemasangan inisiasi point
- 8) Proses evakuasi sebelum peledakan
- 9) Proses peledakan
- 10) Proses pengecekan

Geometri Pemboran dan Peledakan

Geometri pemboran dan peledakan yang di gunakan pada PT Bukit Asam Tbk, yaitu :

- 1) Burden (B) = 6 – 7 meter
- 2) Spasi (S) = 7 – 8 meter
- 3) Kedalaman lubang ledak (L) = 6 – 7 meter
- 4) *Subdrilling* (J) = 0 – 1 meter
- 5) Diameter lubang ledak (D) = 7 7/8 inch = 200 mm
- 6) Pola pemboran = Staggered pattern
- 7) Pola peledakan = Exchellon, Box cut dan V – Cut

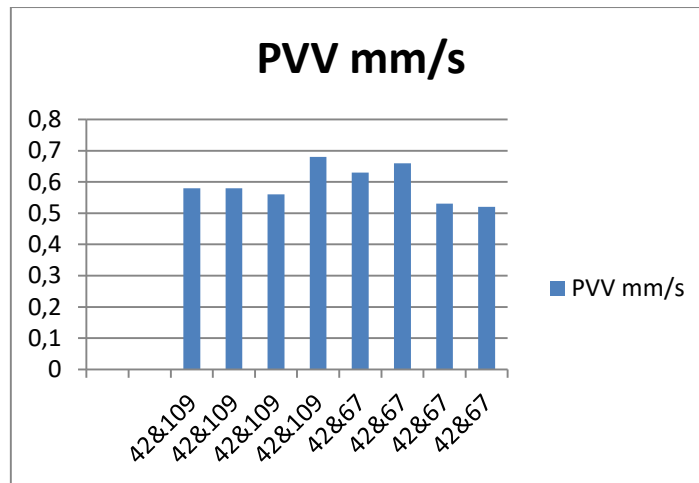
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Getaran Tanah

1) Penggunaan waktu delay

Tinggi rendahnya waktu *delay* yang digunakan juga dapat menentukan besar kecilnya tingkat getaran tanah. Waktu *delay* yang sering digunakan sebagai *surface* adalah 42 ms, 67 ms, 109 ms, dan 3000ms sebagai jeda. Semakin tinggi nilai waktu *delay* yang digunakan maka getaran yang dihasilkan juga dapat dikurangi. Karena waktu penjalaran pada *surface delay* yang lebih lama sehingga dapat mengurangi lubang ledak yang meledak secara bersamaan, dan getaran pun dapat dikurangi. Jadi lebih efektif dalam menggunakan delay time dengan nilai tunda yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan delay time dengan waktu tunda yang lebih kecil. Penggunaan delay time tertinggi dapat dilihat pada angka nilai getaran tanah 0,69 lebih kecil dari sebelumnya.

Tabel 1. Pengaruh Penggunaan *Delay time* dan PVS

Tanggal	Pola Peledakan	Jumlah Lubang	Delay Time						Kontrol & sayap	PVV mm/s	Ket.
			0 ms	42 ms	67 ms	109 ms	3000 ms	6000 Ms			
16/02/2019	BC	60	1	21		34	5	60	42&109	0,6	Aman
19/02/2019	BC	90	1	22		60	8	90	42&109	0,6	Aman
08/03/2019	BC	55	1	15		35	5	55	42&109	0,6	Aman
11/03/2019	BC	65	1	23	37		5	65	42&109	0,7	Aman
12/03/2019	BC	45	1	24		18	3	45	42&67	0,6	Aman
13/03/2019	BC	50	1	15		31	4	50	42&67	0,7	Aman
15/03/2019	BC	50	1	21	25		4	50	42&67	0,5	Aman
18/03/2019	BC	55	1	18	33		4	55	42&67	0,5	Aman
19/03/2019	BC	50	1	24	37		5	65	42&67	0,7	Aman
21/03/2019	BC	50	1	15		31	4	50	42&57	0,7	Aman
TOTAL		570	10	198	132	178	47	585	0	6,11	
MAX		90	1	24	37	60	8	90	0	0,73	
MIN		45	1	13	25	18	3	45	0	73	
AVERAGE		65	1	159	95	36	4,75	58,75	0	0,55	



Gambar 1. Perbandingan *control* Getaran

Dari analisis menggunakan fungsi *column* menggunakan *microsoft Excel* dapat dibandingkan penggunaan delay time 42 ms sebagai kontrol 109 ms sebagai sayap lebih efektif untuk meminialisir tingkat getaran tanah dibandingkan menggunakan kontrol 67 ms dan sayap 109 ms.

2) Pola peledakan

Pola peledakan yang digunakan oleh juru ledak PT Bukit Asam di lokasi penambangan elektrifikasi Pit 2 Bangko Barat adalah *Box Cut* dan *Corner Cut* dengan sistem penyalaan *hole by hole*. Pola *box cut* adalah pola peledakan yang arah lemparan batumannya menuju ketengah sehingga tidak mengganggu area disekitar dan memudahkan proses *ripping-dozer* oleh *shovel* PC 3000 dalam proses gali muat angkut. Pola *Corner cut* adalah pola yang arah lemparan batumannya menuju salah satu sudut bidang bebas. Pola *corner cut* ini akan digunakan pada saat tertentu seperti area ledakan yang mendekati rumah warga, digunakan juga pola *corner cut* agar inisiasi poin itu menjauhi warga dan getaran yang dihasilkan oleh proses peledakan dapat berkurang. Peralatan yang umumnya digunakan untuk merancang pola peledakan adalah *surface delay* detonator 42 ms, 67 ms, 109 ms, 3000 ms, sebagai jeda untuk mengurangi getaran, *in hole delay* detonator 6000 ms, dan *lead wire* (kabel utama yang dihubungkan dengan detonator listrik) sebagai inisiasi poin untuk menentukan arah lemparan batuan.

3) Penggunaan *ground vibration* aktual

Pengukuran aktual *ground vibration* dilakukan di penambangan elektrifikasi Pit 2 Banko Barat, tepatnya di perumahan warga RT 05 Mandala, Desa Tegal Rejo Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatra Selatan menggunakan alat ukur getaran Blasmate III. Jarak peledakan yang dimaksud adalah jarak antara lokasi peledakan dengan titik pengukuran (titik monitoring) getaran tanah. Jarak peledakan dihitung dengan menggunakan rumus mencari jarak antara dua titik koordinat yang telah diketahui. Untuk contoh perhitungan jarak pada tanggal 16 Febuari 2019, dapat dilihat pada tabel 3.2

$$d = \sqrt{((x_1 - x_2))^2 + ((y_1 - y_2))^2}$$

$$d = \sqrt{((368842 - 368218))^2 + (9581769 - 9583087)^2}$$

$$d = \sqrt{2126500}$$

$$d = 1454,25$$

Tabel 2. perhitungan jarak pada tanggal 16 Febuari 2019

No.	Tanggal	Lokasi Pengukuran Getaran	Jarak	Isian	Pit 2 Banko Barat		RT 05 Mandala		Jarak (m)	Scale Distance	PPV (mm/s)
					Easting	Northing	Easting	Northing			
1	16/02/2019	RT 05 Mandala	1454	45	368842	9581769	368218	9583087	1454	216,7	0,58
2	19/02/2019	RT 05 Mandala	1454	45	368824	9581773	368218	9583087	1454	216,7	0,58
3	08/03/2019	RT 05 Mandala	1454	45	368935	9581672	368218	9583087	1454	216,7	0,56
4	11/03/2019	RT 05 Mandala	1476	45	368901	9581621	368218	9583087	1476	220,0	0,68
5	12/03/2019	RT 05 Mandala	1455	45	368929	9581585	368218	9583087	1455	216,9	0,63
6	13/03/2019	RT 05 Mandala	1454	45	369581	9581549	368218	9583087	1454	216,7	0,66
7	15/03/2019	RT 05 Mandala	1468	45	369581	9581437	368218	9583087	1468	218,8	0,53
8	18/03/2019	RT 05 Mandala	1487	45	369573	9581533	368218	9583087	1487	221,7	0,52
9	19/03/2019	RT 05 Mandala	1465	45	368929	9581585	368218	9583087	1465	223,6	0,73
10	21/03/2019	RT 05 Mandala	1546	45	369581	9581549	368218	9583087	1546	224,8	0,74
TOTAL			14713	450	295316	7665293	294574	7666469	1471	2193	6,21
MAX			1546	45	369581	9581773	368218	9583087	1546	224,8	0,74
MIN			1454	45	368824	9581437	368218	9583087	1454	216,7	0,52
AVERAGE			1471	45	369145	9581617	368218	9583087	1471	219,3	0,62

Jarak merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam kegiatan pengukuran getaran. Jarak aktual dari lokasi peledakan dengan titik ukur getaran menggunakan alat ukur jarak dari

handphone yaitu *Handy GPS*. Pengukuran dilakukan dengan melakukan create waypoint pada lokasi peledakan dan lokasi pengukuran getaran sampai tingkat akurasi ± 3 meter. Sistem pengukuran menggunakan WGS84, jarak akan diketahui dengan melakukan opsi waypoint to *waypoint* dari kedua *waypoint* yang telah dibuat di dua lokasi yang berbeda. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa jarak pengukuran getaran terjauh dari lokasi blasting adalah sebesar 1546 meter sedangkan yang terendah sebesar 1454 meter, jarak rata-rata tiap pengukuran selama beberapa hari adalah 1471 meter.

3.2. PEMBAHASAN

Penentuan Inisiasi Point

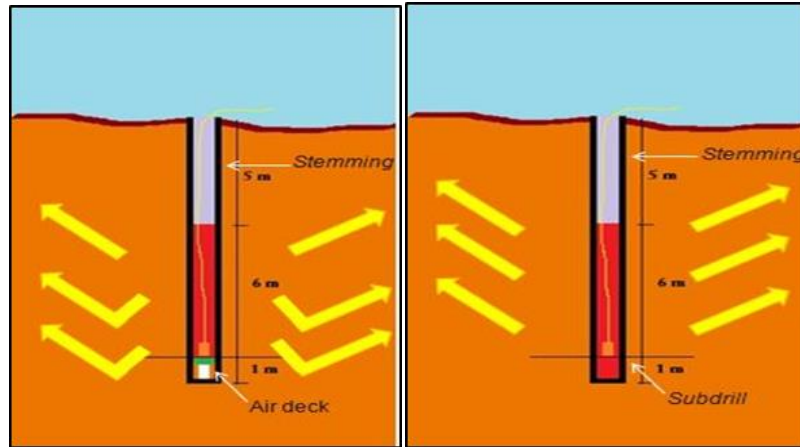
Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi getaran adalah menentukan arah inisiasi point. Selama pengambilan data, arah inisiasi poin selalu membelakangi rumah warga. Hal itu dilakukan dengan tujuan untuk mengarahkan getaran agar menjauhi rumah warga sehingga hanya getaran sisa dari peledakan yang mengarah ke rumah warga yang mana getaran tersebut merupakan getaran dengan tingkat getaran yang rendah.

Menganalisis Perbandingan Hasil Pengukuran Getaran Metode Air Deck dan Non Air Deck

Bottom Air deck merupakan salah satu alat yang di desain untuk dapat meningkatkan nilai fragmentasi menjadi ukuran yang lebih baik dan juga dapat mengurangi nilai getaran tanah yang di hasilkan dari kegiatan peledakan. Bottom air deck ini adalah untuk menahan bahan peledak agar tidak mencapai dasar sehingga memberikan space bahan peledak di dasar lubang untuk dapat meningkatkan energi peledakan. Berikut ini foto, penggunaan bottom air deck dan hasil pengukuran getaran menggunakan metode air deck dan tidak menggunakan metode air deck merupakan perbedaan karakteristik lubang ledak dalam kondisi normal dan menggunakan bottom air deck. Air deck diletakkan pada posisi dasar (*bottom*) agar pengisian lubang ledak dapat dilakukan secara cepat dan lebih ekonomis.



Gambar 2. Penggunaan Metode *air deck* di lapangan



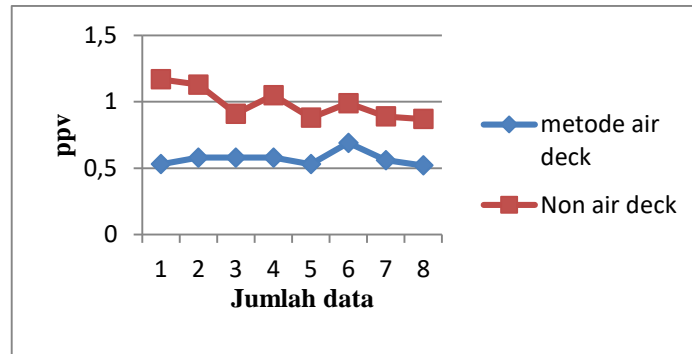
Gambar 3. Bottom Air Deck Blast Characteristic vs Normal

Tabel 3. Hasil Pengukuran Getaran Metode Air Deck

No	Tanggal	Lokasi	Gelombang			B	S	L	T	Jarak (m)	Isian/ Lubang (kg)	PPV mm/s	Pola Peledakan
			Tran	Vert	Long								
1	16/02/2019	RT 5 Mandala	0,5	0,38	0,5	7	8	6,9	3,9	1454	45	0,58	BC
2	19/02/2019	RT 5 Mandala	0,5	0,25	0,38	7	8	7,0	4,1	1454	45	0,58	BC
3	08/03/2019	RT 5 Mandala	0,51	0,38	0,5	7	8	6,2	3,2	1454	45	0,56	BC
4	11/03/2019	RT 5 Mandala	0,33	0,33	0,49	7	8	7,1	3,6	1476	45	0,68	BC
5	12/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	7	8	6,8	2,8	1455	45	0,63	BC
6	13/03/2019	RT 5 Mandala	0,25	0,25	0,5	7	8	6,8	3,2	1454	45	0,66	BC
7	15/03/2019	RT 5 Mandala	0,25	0,5	0,12	7	8	7,0	3,7	1468	45	0,53	BC
8	18/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	8	8	6,6	3,6	1487	45	0,52	BC
9	19/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	7	8	6,8	4,6	1465	45	0,73	BC
10	21/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,31	0,381	7	8	6,8	3,6	1546	45	0,74	BC
TOTAL			3,6	1,51	3,75	57	64	54,4	28,1	11702	450	4,74	
MAX			0,63	0,5	0,63	8	8	7,1	4,1	1800	45	0,68	
MIN			0,25	0,25	0,12	7	8	6,2	2,8	1600	45	0,52	
AVERAGE			0,45	0,368	0,46875	7,125	8	6,8	3,5125	1462,75	45	0,5925	

Tabel 4. Hasil Pengukuran Getaran Metode Non Air Deck

No	Tanggal	Lokasi	Gelombang			B	S	L	T	Jarak (m)	Isian/ Lubang	PPV mm/s	Pola peledakan
			Tran	Vert	Long								
1	13/07/2018	RT 5 Mandala	0,89	0,64	0,64	7	8	7,1	4,2	1725	53,1	0,92	BC
2	16/07/2018	RT 5 Mandala	0,76	0,51	0,89	7	8	7,0	3,8	1655	53,1	0,93	BC
3	16/07/2018	RT 5 Mandala	0,51	0,38	1,02	7	8	6,2	3,2	1335	53,1	1,05	BC
4	17/07/2018	RT 5 Mandala	0,51	0,38	0,76	7	8	7,1	3,6	1375	53,1	0,86	BC
5	18/07/2018	RT 5 Mandala	0,51	0,25	0,76	7	8	6,7	2,8	1671	53,1	0,81	CC
6	19/07/2018	RT 5 Mandala	1,02	0,51	0,76	7	8	6,8	3,2	1500	53,1	1,05	CC
7	20/07/2018	RT 5 Mandala	0,89	0,51	1,14	7	8	6,3	3,7	1600	53,1	1,2	CC
8	21/07/2018	RT 5 Mandala	0,76	0,51	1,14	8	8	6,6	3,6	1700	53,1	1,16	cc
TOTAL			5,85	3,69	5,58	57	64	53,8	28	12561	424,5	7,98	
MAX			1,02	0,64	1,14	8	8	7,1	4,2	1725	53,062	1,2	
MIN			0,51	0,25	0,64	7	8	6,2	2,8	1335	53,062	0,81	
AVERAGE			0,73125	0,46125	0,88875	7,1	8	6,7	3,5	1570	53,062	0,9975	



Gambar 4. Grafik Perbandingan Metode Air Deck & Non Air Deck Terhadap PPV

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, Penggunaan air deck pada jarak 1604 meter dan isian 45 kg mendapat rata-rata PPV 0,59 mm/s dan penggunaan non air deck dengan jarak 1725 meter dan isian 53,1 kg mendapat rata-rata PPV 0.99 mm/s. Hal tersebut dikarenakan bahan peledak dipaksa untuk menemukan bidang lemah sendiri sehingga dibutuhkan energi yang lebih kuat untuk menghancurkan batuan, sehingga tingkat getaran yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan menggunakan air deck. Penggunaan air deck juga dapat menghemat penggunaan bahan peledak.

Upaya Penanggulangan Getaran Tanah

Pada peledakan PT. Bukit Asam Tbk, getaran tanah tidak menjadi suatu problem atau masalah dikarenakan jarak lokasi tambang dengan perumahan warga jauh dengan jarak 1.600 km pada desa Mandala. GL drill blast engineer tetap mengukur getaran hasil peledakan pada jarak 1000 - 1700 meter sebagai standar prosedur peledakan yang diatur pada PT. Bukit Asam.

Analisis Tingkat Getaran Tanah dengan Bangunan Menurut SNI 7571;2010

Pengukuran getaran di rumah warga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah tingkat getaran sudah sesuai standart menurut SNI 7571; 2010 tentang baku tingkat getaran. Selain itu juga perlu meninjau dampak apa saja yang ditimbulkan dari getaran tersebut seperti keretakan plesteran, kemungkinan kerusakan dinding pemikul beban sesuai dengan Kepmen LH No. 49 tahun 1996 tentang baku tingkat getaran.

Dalam beberapa pengambilan data getaran tanah di RT 05 Mandala dangan jarak 1476 meter dan 1454 dari lokasi pengukuran getaran yang dihasilkan dari peledakan pada Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam tidak ada yang melewati ambang batas menurut SNI 7571 ;2010. Berikut ini merupakan tabel pengambilan getaran tanah di RT 05 Mandala dalam beberapa hari:

Dari tabel 3.5 tersebut dapat dilihat bahwa getaran tertinggi yang dihasilkan selama pengukuran terdapat pada tanggal 19 Maret 2019 sebesar 0,73 sedangkan pengukuran hasil terendah terdapat pada tanggal 15 maret 2019 sebesar 0.53 mm/s dengan rata rata getaran 0,53 mm/s pada jarak rata rata 1462 meter. Sedangkan menurut SNI 7571; 2010 standar getaran terendah untuk bangunan kuno adalah sebesar 2 mm/s. Dalam pengamatan bangunan tempat pengukuran getaran sandart getaran minimal sesuai SNI yaitu 3 mm/s. Selama pengukuran getaran tanah tidak ada yang melewati ambang batas sebesar 3 mm/s sehingga sesuai SNI 7571; 2010.

Setelah menganalisis kelas bangunan dan tingkat getaran tanah dan standar SNI selama beberapa hari, pengukuran tidak melewati ambang batas (*PVS*) terendah yaitu 2 mm/s sehingga dapat dikatakan getaran yang dihasilkan dari kegiatan tersebut sudah dalam keadaan batas aman dan tidak menimbulkan kerusakan yang signifikan. Berikut ini beberapa bangunan dan hasil getaran yang berada disekitar lokasi penelitian.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Menggunakan *Blasmatet III*

No	Tanggal	Lokasi	Gelombang			Jarak (m)	PPV (mm/s)	Pola peledakan
			Tran	Vert	Long			
1	16/02/2019	RT 5 Mandala	0,5	0,38	0,5	1454	0,58	Box Cut
2	19/02/2019	RT 5 Mandala	0,5	0,25	0,38	1454	0,58	Box Cut
3	08/03/2019	RT 5 Mandala	0,51	0,38	0,5	1454	0,56	Box Cut
4	11/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	1476	0,68	Box Cut
5	12/03/2019	RT 5 Mandala	0,5	0,38	0,38	1455	0,63	Box Cut
6	13/03/2019	RT 5 Mandala	0,25	0,25	0,5	1454	0,66	Box Cut
7	15/03/2019	RT 5 Mandala	0,25	0,5	0,12	1468	0,53	Box Cut
8	18/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	1487	0,52	Box Cut
9	19/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,38	0,63	1465	0,73	Box Cut
10	21/03/2019	RT 5 Mandala	0,63	0,31	0,381	1546	0,74	Box Cut
TOTAL			5,03	2,27	4,651	11702	4,74	
MAX			0,63	0,38	0,63	1487	0,73	
MIN			0,25	0,25	0,12	1454	0,53	
AVERAGE			0,74	0,56	0,77	1462,75	0,53	

Pengukuran getaran di lokasi perumahan warga RT 05 Mandala menggunakan alat ukur getaran *Blasmatet III*. *Blasmatet III* adalah alat yang di rancang untuk menangkap gelombang yang dihasilkan dari kegiatan peledakan, gelombang yang di tangkap diantaranya gelombang transversal, gelombang vertikal dan gelombang longitudinal. Hasil dari penjumlahan ketiga gelombang ini merupakan besarnya getaran yang dihasilkan dari kegiatan peledakan. Output dari alat ini berupa *peak vector sum (pvs)* dengan satuan mm/s.

Mekanisme pengukuran getaran aktual adalah sebagai berikut :

Pertama, menentukan arah kegiatan *blasting* sehingga sensor nanti dapat diarahkan ke arah yang tepat dari kegiatan *blasting*. Penentuan arah di tentukan oleh juru ledak saat sampai di titik pengukuran.

Kedua, persiapan alat ukur getaran *blasmatet III*. Pasangkan alat-alat sensor *geophone* yang berupa *ground spikes* dengan bautnya yang berjumlah 3 dan tancapkan ke tanah, arahkan menuju area *blasting*. Untuk ketelitian, letakkan besi *microphone* di atas *ground spikes* sampai besi tersebut dalam keadaan seimbang, hal ini menandakan bahwa *ground spikes* telah tertancap dengan posisi yang datar. *Geophone* nantinya akan menangkap besarnya nilai gelombang yang merambat di bawah permukaan. Setelah ditancapkan hubungkan kabel *geophone* ke *geo connector*. Selanjutnya pemasangan alat sensor *microphone* yang terdiri dari mic dan besi yang terdiri dari tiga bagian. Ketiga besi tersebut di satukan, bagian yang lancip di hubungkan dengan besi penyanggah dan bagian yang atas dipasangkan *microphone*. Arahkan *microphone* ke area *blasting* sehingga *microphone* nanti akan mencatat sensor gelombang permukaan yang dihasilkan dari kegiatan peledakan.

Ketiga hidupkan *blasmatet III* dengan menekan tombol on selama 3 detik hingga terdengar bunyi beep. Tekan tombol test untuk mengetahui apakah semua komponen telah terpasang dengan baik. Semua komponen akan terpasang dengan baik jika pada layar monitor terbaca '*all channels working*'. Setelah itu atur lokasi pengukuran, isian bahan peledak per lubang, dan jarak pengukuran dari area *blasting* secara manual dengan mengklik notes pada tombol *blasmatet III*.

Terakhir melakukan pengukuran getaran tanah. Setelah semua komponen ter-*setting* dengan baik, klik *start monitoring* pada tombol *blasmatet III* saat aba-aba perhitungan mundur dari 10 dimulai

bersamaan dengan bunyi sirine tanda peledakan akan segera dilakukan di *handy talk* oleh juru ledak di area *blasting*. Getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan akan otomatis ter *record* ke dalam blasmate III.

Upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi tingkat getaran tanah yang akan semakin besar seiring dengan semakin majunya front penambangan yang mendekati pemukiman warga adalah dengan cara melakukan pemantauan getaran tanah setiap kali peledakan dilakukan. Jika nilai PPV mendekati 2 mm/s, maka harus dilakukan perancangan ulang terhadap jumlah isian bahan peledak maupun sistem waktu tunda yang akan diterapkan.

Simulasi ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah lubang ledak yang telah dirangkai menggunakan waktu tunda semuanya meledak, dan juga dapat melihat arah lemparan batuan pada gambar yang bisa dilihat dengan tanda kuning pada gambar tersebut. Serta kita juga dapat melihat berapa jumlah lubang ledak yang meledak secara bersamaan dari *software SHOT-plus* tersebut pada gambar di sebelah kanan (*Time Envelope*). Dari 3 hari trial menggunakan Air Deck, dengan isian yang sama sebesar 45 kg tingkat getaran yang dihasilkan selalu menurun. Penggunaan *bottom air deck* sangat efektif untuk mengurangi getaran. Untuk itu penggunaan *bottom air deck* menjadi salah satu solusi untuk mengurangi tingkat getaran tanah.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dan dibahas pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *air deck* dan *non air deck* menunjukkan hasil yang berbeda. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. Bukit Asam pada PIT 2 Banko Barat, metode *air deck* menunjukkan hasil yang lebih baik. Penggunaan metode *air deck* menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar lebih efisien. Efek getaran dari proses peledakan lebih dapat diredam.
2. Jarak merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam kegiatan pengukuran getaran. Jarak aktual dari lokasi peledakan dengan titik ukur getaran menggunakan alat ukur jarak dari handphone yaitu *Handy GPS*. jarak rata-rata tiap pengukuran selama beberapa hari adalah 1462 meter. Titik Pengukuran getaran di RT 05 Mandala, Kabupaten Muara Enim, Prov. Sumatra Selatan.
3. Getaran tanah yang di ukur di permukiman RT 05 Mandala yang memiliki hasil rata-rata getaran yaitu 0,59 mm/s tidak melewati ambang batas getaran menurut SNI 7571;2010 sehingga dampak yang ditimbulkan dari getaran terhadap permukiman warga RT 05 Mandala tidak terlalu signifikan seperti kerusakan dinding dan kerusakan lantai.
4. Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, Penggunaan *air deck* pada jarak 1462 meter dan isian 45kg mendapat rata-rata ppv 0,59mm/s dan penggunaan non air deck dengan jarak 1725 meter dan isian 53,1kg mendapat rata-rata ppv 0,99 mm/s. Hal tersebut dikarenakan bahan peledak dipaksa untuk menemukan bidang lemah sendiri sehingga dibutuhkan energi yang lebih kuat untuk menghancurkan batuan, sehingga tingkat getaran yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan menggunakan *air deck*. Penggunaan *air deck* juga dapat menghemat penggunaan bahan peledak.

5. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pengukuran getaran, Sebaiknya mengukur jarak antar lokasi peledakan dengan titik pengukuran getaran dengan benar Karena jarak merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi besar kecilnya tingkat getaran tanah.cara yang biasa dilakukan seperti melakukan pengukuran menggunakan *Global Positioning System (GPS)*.
2. Sebelum melakukan kegiatan peledakan, sebaiknya dilakukan simulasi rangkaian pada bantuan aplikasi Shot-plus untuk menghindari adanya kemungkinan lubang yang meledak bersamaan yang akan meningkatkan tingkat getaran.

Pada saat melakukan pengukuran getaran sebaiknya jauhkan alat ukur getaran dari benda-benda yang berpotensi menghasilkan getaran, sehingga getaran yang dihasilkan dari aktivitas peledakan dapat terekam sempurna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada PT. Bukit Asam, Tbk dan semua yang telah membantu dalam kegiatan penelitian di lokasi, serta Tim dosen Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Soedarmo, D., 2008, *Pengaruh Peledakan Terhadap Pit Wall dan Slope Design Pada Tambang Terbuka*, Jurnal Rekayasa Sriwijaya, Vol.17, no.3, hh. 23-31.
- Kemendikbud, 2013, *Dasar-Dasar Teknik Pengeboran*, Jakarta, Kemendikbud RI.
- Nurhakim, 2005, *Tambang Terbuka*, dilihat pada 13 April 2020, <http://www.nurhakim.net/pdf/d2tamka.pdf>
- "Sejarah Perusahaan", dilihat pada 20 Februari 2020, <http://www.ptba.co.id/id/tentangkami/profil-perusahaan>
- Soeratno dan Arsyad Lincoln, 2003, *metodologi penelitian Untuk Ekonomi*, Jakarta, UPP, AMP UKPN.
- Purwanto, 2007, *Psikologi Pendidikan Remaja*, Bandung, Rosdakarya.
- Sugiyono, 2015, *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Method)*, Bandung, Alfabeta.
- Aan Komariah dan Djam'an Satori, 2011, *Metode Penelitian Kualitatif*, Bandung, Alfabeta.