

Jurnal Teknologi Pertambangan

ISSN 2442-4234

Volume 6 Nomor 2 Periode September 2020- Februari 2021

1. Selayang Pandang Pemanfaatan Fly Ash Batubara Untuk Adsorben Logam Pada Air Asam Tambang... **Edy Nursanto**
2. Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Di Pit KJB Panel 2 Pt. Kaltim Jaya Bara Jobsite Project PT. Dahana Kabupaten Berau, Kalimantan Timur... **Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Hariyanto, Indri Lesta Siwidiani**
3. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit Mahakam PT Insani Baraperkasa Site Loa Janan Kalimantan Timur... **Hasywir Thaib Siri, Gunawan Nusanto, Frans J.**
4. Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan dan Kualitas Air berdasarkan Debit Air dan Penentuan Waktu Pengerukan yang Optimal di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan... **Adi Saputra Herdiman, Hartono, Rika Ernawati, Peter Eka Rosadi, Bambang Wisaksono**
5. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Batubara Di Pit Lumba-Lumba PT Satu Terminal Umum Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan... **Hartono, Gunawan Nusanto, Jody Arsena**
6. Estimasi Batu Diorit Dengan Metode Geolistrik (Resistivity 2d) Di CV. Mineral Cahaya Bumi, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat... **Winda, Nur Ali Amri, Aji Setiawan**
7. Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt Freeport Indonesia Tahun 2020-2038... **Kresno, Dyah Probowati, Egy Ardlya**
8. Kebijakan Konservasi Bahan Galian Dalam Pengelolaan Sumber Daya Mineral ... **Inmarlintanto**
9. Studi Pengaruh Total Resistance Terhadap Kecepatan Alat Angkut Bermuatan Di Pit Trembesi PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan... **Hasywir Thaib S, Suyono, Aditya Ramadhan, Yunie Herawati**
10. Evaluasi Perubahan Pangkat Pada Teknik Estimasi Inverse Distance Weighting (IDW)... **Waterman Sulistyana Bargawa**
11. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit X PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite PT. Rantaupanjang Utama Bhakti Berau Kalimantan Timur... **Nurkhamim, Faisal Alam, Tri Wahyuningsih**
12. Analisis Manajemen Stockpile Pada Rom Stockpile Di Pit Central Mantubuh Pt. Harmoni Panca Utama Jobsite Pt. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah... **Dwi Poetranto WA, Giorgia Gagas, Priyo Widodo,**
13. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC pada Kegiatan Produksi Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua... **Dyah Probowati, Zulfikar Adisasono Pramuktyo, Abdul Rauf, Riria Zendi Mirahati.**
14. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall... **Rafif Mahrus Khalik, Tedy Agung Cahyadi, Nur Ali Amri, Agris Setiawan**
15. Analisis Perbandingan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio dan Biaya Operasional Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC 2000-8 Dengan Komparasi Metode Loading Di Out Pit Dumping Utara, Pit Kusan Bawah PT. Sapatindra Sejati Kabupaten Tanah Bumbu Kalimanta Selatan... **Wawong Dwi Ratminah, Krisna, Priyo Widodo, Eddy Winarno**
16. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Penambangan Batugamping Di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Site Plant Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat... **Ketut Gunawan, Delvin Aldi P, Winda**
17. Kajian teknis geometri peledakan terhadap fragmentasi dan digging time alat muat pada pembongkaran overburden di pit tempudo 2 PT. Kalimantan Prima Persada jobsite Indexim Coalindo... **R. Hariyanto, Rizki Irsya Mohamad Sudaryanto.**
18. Neraca dan Potensi Sumberdaya Batugamping di Kabupaten Bolaangmongondow Provinsi Sulawesi Utara... **Abdul Rauf, I Wayan Sudarmaja, Bambang Wisaksono, Eddy Winarno.**
19. Evaluasi Distribusi Aliran Debit Udara Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave Untuk Mendukung Target Kegiatan Pertambangan Di Level 2830 Extraction Pada Q1 Tahun 2020 PT. Freeport Indonesia, Mimika, Papua... **Suyono, Achmad Reza Apandi, Wawong Dwi Ratminah, Yasmira Amalla.**
20. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan... **Barlian Dwinagara, Meila Merliza, Untung Sukamto.**
21. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan... **Peter Eka Rosadi, Hasrin Citra Utami, Ketut Gunawan, Frideni Yushandiana.**
22. Kajian Teknis Laju Keausan Bowl Dan Mantle Cone Crusher Terhadap Produksi Pada Peremukan Sekunder Bijih Emas Di PT. Agincourt Resources, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara... **Untung Sukamto, M. Dandi Pratama, Gunawan Nusanto, Esty Martina Zeba**
23. Analisis Kepekaan Terhadap Perubahan Biaya Operasi dan Harga jual Produk Pada Penambangan Batugamping UP. Parno, Kec. Ponjong, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, **Anton Sudyanto, Alfian Mukti, Indun Titisariwati**
24. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pendekatan Probabilitas Longsor Pada Pit PQRT Lati PT Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur... **Singgih Saptono, Rindang Kurniawan, Bagus Wiyono**



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FTM-UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

**KAJIAN TEKNIS PENGARUH GEOMETRI PELEDAKAN
TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN DI PIT KJB PANEL 2
PT. KALTIM JAYA BARA JOBSITE PROJECT PT. DAHANA
KABUPATEN BERAU, KALIMANTAN TIMUR**

Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Hariyanto, Indri Lesta Siwidiani
Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta
No. HP: 082126909797, email : sprajaraksaka@gmail.com

Abstrak. PT. Dahana merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di bidang industri strategis, salah satu usahanya adalah sebagai kontraktor yang melayani jasa operasi peledakan serta menyediakan layanan bahan peledak terpadu untuk sektor Migas, Pertambangan Umum, Kuari dan Konstruksi serta untuk Pertahanan. Perusahaan tersebut telah menangani berbagai *project* pertambangan di Indonesia, salah satunya adalah di PT. Kaltim Jaya Bara (PT. KJB) yang memiliki daerah operasi di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memperoleh evaluasi geometri peledakan yang berkaitan dengan fragmentasi batuan dan *air deck*. Ukuran fragmentasi batuan yang ditetapkan yaitu persentase boulder > 100 cm kurang dari 15%. *Powder factor* yang ditetapkan adalah sebesar 0,19 kg/m³ untuk kedalaman lubang 7 m dengan panjang *air deck* 1,5 m. Target pembongkaran *overburden* sebesar 1,3 juta BCM/bulan.

Hasil penelitian menunjukkan geometri peledakan yang diterapkan saat ini masih menghasilkan persentase kelolosan > 100 cm diatas 15% dalam beberapa kegiatan peledakan. Terdapat penyimpangan pada jarak *burden*, spasi, *powder factor*, serta panjang *air deck* yang dapat mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan. Penerapan geometri peledakan aktual, didapatkan hasil persentase kelolosan ≤ 100 cm berkisar antara 80,3 – 100%.

Kesimpulan yang didapat yaitu perlu dilakukan evaluasi pada geometri peledakan yang diterapkan saat ini agar fragmentasi batuan hasil peledakan bisa sesuai dengan ketentuan perusahaan. Rancangan geometri peledakan yang menjadi usulan menggunakan acuan kegiatan peledakan yang mempunyai persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100% serta mengoptimalkan penerapan panjang *air deck*.

Kata kunci: fargmentasi batuan, *powder factor*, geometri peledakan, panjang *air deck*

Abstract. PT. Dahana is a State-Owned Enterprise (SOEs) in the field of strategic industry, in which one of them is a contractor that serves blasting operations and provides integrated explosives services in oil and gas, general mining, quarry, construction, and defense. The company has managed various mining projects in Indonesia, one of them is PT. Kaltim Jaya Bara which has an operating area in Berau Regency, East Kalimantan.

The purpose of this study is to obtain an evaluation of blasting geometry related to rock fragmentation and air deck. The size of rock fragmentation fits the set percentage boulder of >100 cm is less than 15%. The determined powder factor is 0.19 kg/m³ for a 7 m hole depth with 1.5 m air deck length. Target of overburden demolition is 1.3 million BCM/month.

The result of the study shows that the geometry uses at this time still produced cumulative pass percentage ≤ 100 cm less then 85% in some cases. There are deviations in the distance of burden, spacing, powder factor, and air deck length that can affect the result of fragmentation. With the actual geometry, cumulative pass percentage of material which has a size of ≤ 100 cm is 80.3 – 100%.

For the conclusions is that it's necessary to elevate the geometry currently applied so that the fragmentation can be in accordance with company regulations. The blasting geometry design that is proposed uses a blasting geometry reference that has a cumulative pass percentage ≤ 100 cm of 100 % and optimize application of the air deck length.

Keyword: rock fragmentation, powder factor, blasting geometry, air deck length

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Dahana merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di bidang industri strategis, salah satu usahanya adalah sebagai kontraktor yang melayani jasa operasi peledakan serta menyediakan layanan bahan peledak terpadu untuk sektor Migas, Pertambangan Umum, Kuari dan Konstruksi serta untuk Pertahanan. Perusahaan tersebut telah menangani berbagai *project* pertambangan di Indonesia, salah satunya adalah di PT. Kaltim Jaya Bara (PT. KJB) yang memiliki daerah operasi di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur.

Kegiatan penambangan, khususnya dalam pengupasan tanah penutup, PT. KJB bekerjasama dengan PT. Dahana sebagai penyedia jasa dan bahan peledak guna menangani proses pengupasan tanah penutup. Sistem penambangan yang di terapkan di Site KJB adalah sistem tambang terbuka dengan metode *stripe mine*. Produksi batubara yang ditargetkan oleh PT. KJB sebesar 150.000 ton/bulan dan pengupasan tanah penutup sebesar 1,3 juta bcm/bulan.

Geometri Peledakan yang diterapkan di Pit KJB Panel 2 adalah *burden* 7,5 m, spasi 8,5 m, *stemming* 3,5 m, kolom isian 1,5 – 2,2 m, kolom *air deck* (ADL) 1,5 m. Target *powder factor* yang ditetapkan untuk kedalaman lubang ledak 7 m adalah 0,19 kg/m³. Permasalahan yang terjadi di lapangan adalah pada kondisi tertentu seperti lubang basah dan lapisan batuan yang mempunyai densitas diatas 2,06 gr/cc dengan menggunakan geometri peledakan yang diterapkan masih menghasilkan fragmen batuan berukuran lebih dari 0,5 ukuran *bucket* alat gali muat (*boulder*) > 15%. Sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan fragmentasi batuan dengan memperbaiki rancangan geometri peledakan dan menerapkan panjang *air deck* yang sesuai agar fragmentasi hasil peledakan dapat sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Fragmentasi batuan hasil peledakan berbentuk *boulder* masih diatas 15% dengan menggunakan geometri peledakan yang diterapkan.
2. Penerapan kolom *air deck* belum optimal di setiap lubang ledak.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode analisis distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan menggunakan metode fotografi dengan bantuan *software split-desktop*.
2. Metode yang digunakan untuk memprediksi fragmentasi batuan sebelum peledakan menggunakan pendekatan metode Kuz-Ram.
3. Penelitian ini tidak ada perubahan pada diameter lubang ledak 200 mm, jenis bahan

peledak yang digunakan adalah *emulsion* DABEX 73, metode peledakan yang dipakai adalah non- elektrik, pola pengeboran yang dipakai adalah pola selang-seling (*staggered pattern*), pola peledakan yang digunakan adalah *Box Cut*, target *boulder* ≤ 15%.

4. Penelitian ini tidak membahas tentang kajian secara ekonomi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan evaluasi geometri peledakan terhadap distribusi fragmen batuan aktual.
2. Melakukan analisis fragmentasi batuan menggunakan geometri peledakan aktual dan rancangan.
3. Membuat usulan perbaikan rancangan geometri peledakan yang optimal untuk setiap kegiatan peledakan.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi perusahaan dalam mengoptimalkan peledakan yang dilakukan, sehingga target fragmentasi batuan ukuran *boulder* dapat sesuai dengan target yang telah ditentukan.

2. LOKASI DAN KESAMPAIAN DAERAH

PT. Kaltim Jaya Bara memiliki area penambangan batubara yang terletak di Kecamatan Sambaliung, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur yang dapat ditempuh dari Bandara Kalimarau Berau selama lebih kurang 1,5 jam melewati jalur darat dengan jarak lebih kurang 70 km. Luas daerah izin usaha pertambangan PT. KJB adalah 4.974 Ha. Secara astronomis, PT. Kaltim Jaya Bara terletak pada koordinat 117°14'14,9" BT - 117°18'58,5" BT dan 1°48'47,17" LU – 1°52'59,4" LU.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Geometri Peledakan

Rancangan geometri peledakan aktual di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

3.2. Distribusi Fragmen Batuan Aktual Dengan *Image Analysis*

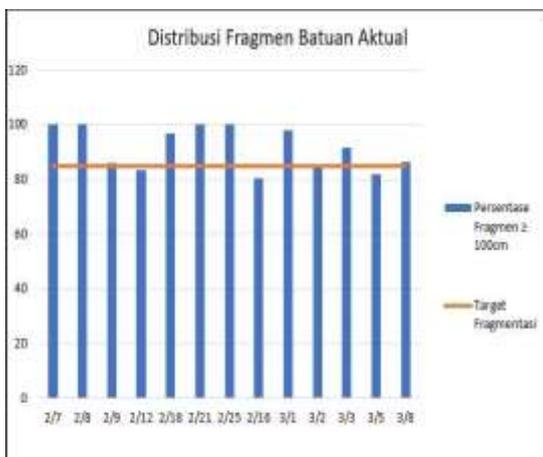
Berdasarkan dari 13 kali pengambilan data, diperoleh hasil distribusi fragmentasi batuan aktual menggunakan *software split-desktop* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.1. dan Tabel 3.2.

3.3. Analisis Distribusi Fragmen Batuan Menggunakan Metode Kuz-Ram

Perlu diingat bahwa hasil analisis fragmentasi batuan dengan metode Kuz-Ram memiliki perbedaan

Tabel 3.1
Geometri Peledakan Aktual

s	n	B (m)	S (m)	Arg. Depth (m)	T (m)	L (m)	PC (m)	PP (kg/m ³)	SD (m)	Persentase Kehilangan (Batas %)
7 Februari	344	7,4	8,42	6,4	3,5	-	1,8	0,18	1,1	100
8 Februari	228	7,38	8,31	7,4	3,5	-	2,2	0,192	1,7	100
9 Februari	135	7,35	8,60	6,5	3,5	-	1,8	0,183	1,2	86,02
12 Februari	126	7,35	8,59	6,5	3,5	-	1,9	0,184	1,1	83,57
18 Februari	96	7,4	8,43	6,3	3,5	-	1,8	0,18	1	96,94
21 Februari	190	7,36	8,35	6,3	3,5	-	1,5	0,18	1,3	100
25 Februari	147	7	8,3	6,7	3,5	-	1,9	0,186	1,3	100
26 Februari	134	7,54	8,66	6,6	3,5	-	1,8	0,183	1,3	80,3
1 Maret	161	7,38	8,55	6,7	3,5	-	1,8	0,184	1,4	97,91
2 Maret	98	7,6	8,56	6,5	3,5	-	1,9	0,184	1,1	84,06
3 Maret	41	7,44	8,59	6,6	3,5	-	1,9	0,182	1,2	91,5
5 Maret	117	7,58	8,60	6,3	3,5	-	1,6	0,191	1,2	81,95
8 Maret	80	7,5	8,58	6,7	3,5	-	1,8	0,182	1,4	86,22



Gambar 3.1
Histogram Distribusi Fragmentasi Aktual

Tabel 3.2
Distribusi Fragmen Batuan Aktual

Tanggal	< 100 cm (%)	> 100 cm (%)	Pmax (cm)
7 Februari	100	0	98.27
8 Februari	100	0	86.81
9 Februari	86.02	13.98	125.74
12 Februari	83.57	16.43	128.22
18 Februari	96.94	3.06	104.03
21 Februari	100	0	88.93
25 Februari	100	0	91.18
26 Februari	80.3	19.7	132.02
1 Maret	97.91	2.09	103.65
2 Maret	84.06	15.94	128.18
3 Maret	91.5	8.5	116.7
5 Maret	81.95	18.05	133.5
8 Maret	86.22	13.78	127.01
Rata - Rata	91.42	8.58	112.63

an dengan hasil fragmentasi batuan aktual di lapangan. Hal ini disebabkan adanya beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan aktual, namun tidak diperhitungkan dalam analisis fragmentasi metode Kuz-Ram. Hasilnya diperlihatkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3
Hasil Analisis Fragmen Batuan Menggunakan Metode Kuz-Ram

Tanggal	< 100 cm (%)	> 100 cm (%)
7 Februari	54,32	45,68
8 Februari	54,67	45,33
9 Februari	53,87	46,13
12 Februari	54,73	45,27
18 Februari	54,4	45,60
21 Februari	51,71	48,29
25 Februari	55,65	44,35
26 Februari	53,75	46,25
1 Maret	53,66	46,34
2 Maret	54,44	45,56
3 Maret	54,55	45,45
5 Maret	54,55	45,45
8 Maret	53,34	46,66
Rata - Rata	54,13	45,87

4. PEMBAHASAN

4.1. Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Distribusi Fragmen Batuan Aktual

a. Burden dan spasi

Burden dan spasi yang direncanakan adalah 7,5m x 8,5m. Sedangkan untuk *burden* dan spasi pada geometri aktual adalah 7 – 7,58 m dan 8,3 – 8,66 m, dimana terdapat penyimpangan antara rancangan geometri dan geometri aktual (lihat Tabel 4.1. dan Tabel 4.2.). Secara teoritis, apabila jarak *burden* dan spasi semakin jauh, akan menghasilkan persentase ukuran fragmen *boulder* tinggi. Apabila jarak *burden* dan spasi semakin dekat, akan menghasilkan ukuran fragmen batuan yang lebih seragam, tetapi akan menyebabkan nilai *powder factor* meningkat.

b. Stemming

Stemming sangat mempengaruhi hasil peledakan, karena akan menciptakan kondisi keterkekungan (*confined*) pada saat peledakan berlangsung. Apabila pada saat kegiatan *stemming* material dalam kondisi *confined*, maka akan menimbulkan *stemming ejection* dan *fly rock* karena tidak mampu menahan energi peledakan yang ditimbulkan. Untuk menghindari hal tersebut, perlu dilakukan perhitungan terhadap tingkat pengurangan energi peledakan (*relative energy confinement*). Metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai pengurangan energi peledakan adalah dengan menggunakan perhitungan *scale depth of burial*, oleh Livingston (1965). *Scale depth of burial* adalah perbandingan antara kedalam absolut dengan jumlah bahan peledak. Perhitungan nilai *scale depth of burial* untuk rancangan geometri peledakan dan aktual adalah sebesar 1,07 m/kg^{1/3} dengan panjang kolom *stemming* 3,5 m, termasuk kedalam *controlled energy* (Frank Chiapetta, dalam *Blasting Analysis International*, 2010).

Tabel 4.1
Penyimpangan *Burden* Setiap Peledakan

Tanggal	Rata - rata <i>Burden</i> Aktual (m)	<i>Burden</i> Rencana (m)	Selisih (m)	Persentase Kelulusan ≤ 100 cm (%)
7 Februari	7,4	7,5	0,1	100
8 Februari	7,38	7,5	0,12	100
9 Februari	7,35	7,5	0,15	86,02
12 Februari	7,55	7,5	0,05	83,57
18 Februari	7,4	7,5	0,1	96,94
21 Februari	7,36	7,5	0,14	100
25 Februari	7	7,5	0,5	100
26 Februari	7,54	7,5	0,04	80,3
1 Maret	7,38	7,5	0,12	97,91
2 Maret	7,6	7,5	0,1	84,06
3 Maret	7,44	7,5	0,06	91,5
5 Maret	7,58	7,5	0,08	81,95
8 Maret	7,5	7,5	0	86,22

Tabel 4.2
Penyimpangan Spasi Setiap Peledakan

Tanggal	Rata - rata Spasi Aktual (m)	Spasi Rencana (m)	Selisih (m)	Persentase Kelulusan ≤ 100 cm (%)
7 Februari	8,42	8,5	0,02	100
8 Februari	8,31	8,5	0,19	100
9 Februari	8,60	8,5	0,1	86,02
12 Februari	8,59	8,5	0,09	83,57
18 Februari	8,43	8,5	0,07	96,94
21 Februari	8,35	8,5	0,15	100
25 Februari	8,3	8,5	0,2	100
26 Februari	8,66	8,5	0,16	80,3
1 Maret	8,55	8,5	0,05	97,91
2 Maret	8,56	8,5	0,06	84,06
3 Maret	8,59	8,5	0,09	91,5
5 Maret	8,60	8,5	0,1	81,95
8 Maret	8,58	8,5	0,08	86,22

c. *Air Deck*

Penggunaan *air deck* untuk mengurangi pemakaian jumlah bahan peledak sehingga dapat memberikan keuntungan, baik dari segi ekonomis dan juga hasil yang didapatkan. Penggunaan *air deck*, terjadi pengurangan sebesar 25 – 40% dalam pemakaian bahan peledak, peningkatan fragmentasi pada zona dekat permukaan, mengurangi jumlah pemakaian material *stemming*, mengurangi potensi *fly rock*, mengurangi kelebihan tekanan pada permukaan, serta pengurangan pada biaya peledakan. Panjang *air deck* ditentukan berdasarkan nilai RMR batuan di lapangan. Secara teoritis, panjang *air deck* (ADL) di lapangan adalah 0,6 – 0,4 m diatas bahan peledak, berdasarkan dari nilai RMR yang terdapat di lokasi penelitian sebesar 44,02, dengan nilai *air deck factor* (ADF) 0,3 – 0,2 m. Jika ADL terlalu pendek, maka akan terjadi *stemming ejection* di lubang ledak. Sedangkan jika ADL terlalu panjang, maka energi peledakan yang

dihasilkan tidak akan mencapai ke permukaan. Tetapi dalam penerapannya di lapangan, jika panjang *air deck* (ADL) mengikuti panjang secara teoritis, maka nilai *powder factor* akan tinggi. Sehingga dilakukan penyesuaian serta *trial and error* pada keadaan aktual di lapangan dan didapat panjang *air deck* (ADL) di lapangan sebesar 1,5 m.

Tabel 4.3
Penyimpangan ADL Setiap Peledakan

Tanggal	Rata - rata ADL Aktual (m)	ADL Rencana (m)	Selisih (m)	Persentase Kelulusan ≤ 100 cm (%)
7 Februari	1,1	1,5	0,4	100
8 Februari	1,7	1,5	0,2	100
9 Februari	1,2	1,5	0,3	86,02
12 Februari	1,1	1,5	0,4	83,57
18 Februari	1	1,5	0,5	96,94
21 Februari	1,3	1,5	0,2	100
25 Februari	1,3	1,5	0,2	100
26 Februari	1,3	1,5	0,2	80,3
1 Maret	1,4	1,5	0,1	97,91
2 Maret	1,1	1,5	0,4	84,06
3 Maret	1,2	1,5	0,3	91,5
5 Maret	1,2	1,5	0,3	81,95
8 Maret	1,4	1,5	0,1	86,22

d. *Powder factor*

Dengan adanya perubahan pada nilai *burden* dan spasi, maka akan merubah nilai *powder factor*. Jika nilai *burden* dan spasi semakin besar, maka nilai *powder factor* akan kecil, sebaliknya jika nilai *burden* dan spasi semakin kecil maka nilai *powder factor* akan semakin besar. Besar kecilnya nilai *powder factor* akan mempengaruhi fragmentasi batuan yang dihasilkan. Semakin besar nilai *powder factor*, maka fragmentasi yang dihasilkan akan lebih bagus/seragam. *Powder factor* pada rancangan geometri adalah sebesar 0,19 kg/m³.

Tabel 4.4
Penyimpangan PF Setiap Peledakan

Tanggal	PF Aktual (kg/m ³)	PF Rencana (kg/m ³)	Selisih	Persentase Kelulusan ≤ 100 cm (%)
7 Februari	0,18	0,19	0,01	100
8 Februari	0,192	0,19	0,002	100
9 Februari	0,183	0,19	0,007	86,02
12 Februari	0,184	0,19	0,006	83,57
18 Februari	0,18	0,19	0,01	96,94
21 Februari	0,18	0,19	0,01	100
25 Februari	0,186	0,19	0,004	100
26 Februari	0,183	0,19	0,007	80,3
1 Maret	0,184	0,19	0,006	97,91
2 Maret	0,184	0,19	0,006	84,06
3 Maret	0,182	0,19	0,008	91,5
5 Maret	0,191	0,19	0,001	81,95
8 Maret	0,182	0,19	0,008	86,22

4.2. Analisis Fragmentasi Batuan dengan Geometri Aktual

Peledakan tanpa *stemdeck* menggunakan bahan analisis fragmentasi batuan dengan metode Kuz-Ram dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi fragmen batuan yang dihasilkan sebelum kegiatan peledakan berlangsung. Perhitungan dilakukan untuk menunjukkan apakah kegiatan peledakan yang akan dilaksanakan dapat dikatakan berhasil dengan menggunakan rancangan geometri yang ada. Pada kegiatan peledakan di PT. KJB, kegiatan peledakan dapat dikatakan berhasil apabila diperoleh fragmentasi batuan dengan ukuran boulder $\leq 15\%$. Ukuran boulder yang ditetapkan PT. KJB adalah batuan dengan ukuran lebih dari 0,5 lebar bucket alat muat yaitu 1m, yang lebar bucket alat muat pada PC850 adalah 2m.

Tabel 4.5
Hasil Distribusi Kelolosan Fragmentasi Batuan

Tanggal	Persentase Kelolosan ≤ 100 cm (%)		Persentase Kelolosan > 100 cm (%)	
	Aktual	Kuz-Ram	Aktual	Kuz-Ram
7 Februari	100	54.32	0	45.68
8 Februari	100	54.67	0	45.33
9 Februari	86.02	53.87	13.98	46.13
12 Februari	83.57	54.73	16.43	45.27
18 Februari	96.94	54.4	3.06	45.60
21 Februari	100	51.71	0	48.29
25 Februari	100	55.65	0	44.35
26 Februari	80.3	53.75	19.7	46.25
1 Maret	97.91	53.66	2	46.34
2 Maret	84.06	54.44	15.94	45.56
3 Maret	91.5	54.55	8.5	45.45
5 Maret	81.95	54.55	18.05	45.45
8 Maret	86.22	53.34	13.78	46.66

Dari hasil analisis fragmentasi batuan menggunakan metode Kuz-Ram dan analisis distribusi fragmentasi batuan menggunakan Software split desktop terdapat perbedaan pada persentase kelolosan ≤ 100 cm. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil dari analisis fragmen batuan dengan menggunakan metode Kuz-Ram dapat berbeda dengan hasil fragmentasi batuan di lapangan setelah kegiatan peledakan berlangsung. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan, namun tidak diperhitungkan dalam perhitungan fragmentasi metode Kuz-Ram. Perbedaan hasil fragmentasi yang terjadi antara fragmentasi batuan aktual di lapangan dengan prediksi Kuz-Ram dapat disebabkan oleh beberapa hal.

Untuk menentukan estimasi distribusi fragmen batuan dengan kelolosan ≤ 100 cm pada usulan geometri perbaikan, digunakan perbandingan hasil persentase kelolosan ≤ 100 cm antara persamaan Kuz-Ram dan *software Split-Desktop* pada kegiatan peledakan yang nilainya 0 %, yaitu pada tanggal 7, 8, 21, dan 25 Februari. Didapatkan hasil perbandingannya adalah sebesar 45,91 %, yang kemudian akan ditambahkan pada estimasi distribusi fragmen batuan pada usulan geometri

perbaikan.

4.3. Usulan Perbaikan Geometri Peledakan

Kelebihan pada usulan geometri A, dengan panjang spasi dan *burden* diperkecil akan menghasilkan ukuran fragmentasi batuan yang lebih bagus dibanding dengan geometri rancangan. Tetapi, dengan diperkecilnya panjang spasi dan *burden*, akan menambah jumlah lubang ledak dari yang direncanakan (lihat Tabel 4.6).

Tabel 4.6
Perbandingan Geometri Peledakan Usulan dan Rancangan

Parameter Geometri Peledakan	Geometri Peledakan				Rancangan
	A	B	C	D	
Boulder (m)	7	7.5	7	7.3-7.4	7.5
Spasi (m)	8	8.5	8	8.2-8.4	8.5
Stowong (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Sekeliling (m)	-	-	-	-	-
Tinggi Jering (m)	7	7	7	7	7
ADL (m)	1.5	1.2	1.2	1.3	1.5
Kelompokan (m)	2	2.3	2.3	2.2	2
Kelajuan Lubang Ledak (m)	7	7	7	7	7
Powder Factor (kg/m ³)	0.193	0.195	0.222	0.191-0.20	0.19
Estimasi Persentase Fragmentasi Batuan Lolos ≤ 100 cm (%)	100	100	100	100	100

Kelebihan usulan geometri B dibanding usulan geometri A adalah panjang *air deck* (ADL) yang diperkecil akan membuat energi hasil peledakan menyebar secara maksimal untuk memberikan hasil fragmentasi yang lebih baik. Tetapi dengan memperpendek panjang *air deck* (ADL), akan menambah pemakaian jumlah bahan peledak di setiap lubang.

Kelebihan usulan geometri C dibanding usulan geometri A dan B adalah dengan jarak spasi dan *burden* yang diperkecil dan panjang *air deck* (ADL) yang diperkecil akan memberikan hasil fragmentasi yang lebih baik dibanding kedua usulan geometri sebelumnya. Tetapi, dengan menggunakan usulan C, nilai *powder factor* akan tinggi karena pengaruh dari jarak spasi dan *burden* yang diperkecil dan pemakaian bahan peledak yang lebih banyak.

Kelebihan usulan geometri D adalah dengan menggunakan acuan pada geometri peledakan aktual yang memiliki persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100% sehingga didapat nilai *range* pada jarak spasi dan *burden* serta penyesuaian panjang *air deck* (ADL) yang diharapkan dapat memberikan hasil persentase kelolosan yang sama dengan geometri aktual yang memiliki persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100%. Usulan geometri D menjadi pilihan yang paling tepat dibanding usulan geometri A, B, dan C karena menggunakan geometri actual yang memiliki persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100% sebagai acuannya serta terdapat toleransi pada jarak spasi dan *burden*nya jika terdapat penyimpangan di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Geometri peledakan aktual dengan burden 7 – 7,58 m, spasi 8,3 – 8,66 m, kedalaman lubang ledak 6,3 – 7,4 m, panjang kolom isian 1,5 – 2,2 m, panjang kolom *air deck* 1 – 1,7 m pada jenis batuan *mudstone* dengan densitas 2,12 gr/cm³ masih menghasilkan hasil fragmentasi batuan dengan persentase kelolosan ≤ 100 masih diatas 85%. Secara teoritis, panjang *air deck* (ADL) dengan RMR 44,02 sebesar 0,6 – 0,4 m. Dalam penerapannya di lapangan, jika panjang *air deck* (ADL) mengikuti panjang secara teoritis, maka nilai *powder factor* akan tinggi. Sehingga dilakukan penyesuaian serta *trial and error* pada keadaan aktual di lapangan dan didapat panjang *air deck* (ADL) di lapangan sebesar 1,5 m. Masih diperlukan kajian terhadap panjang *air deck* di lapangan agar lebih optimal.
2. Hasil peledakan dengan rata – rata persentase kelolosan fragmen batuan ukuran ≤ 100 cm menggunakan metode Kuz-Ram sebesar 54,13% dan menggunakan *software Split-Desktop* sebesar 91,42 %, tetapi masih terdapat persentase kelolosan fragmen batuan ukuran ≤ 100 cm dibawah 85% dalam beberapa kegiatan peledakan.
3. Usulan rancangan geometri peledakan dilakukan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang sesuai. Terdapat beberapa usulan geometri peledakan untuk dapat mencapai hasil fragmentasi batuan yang sesuai:
 - a. Rancangan geometri usulan A dengan *burden* 7 m, spasi 8 m, *powder factor* 0,193 kg/m³, kedalaman 7 m, ADL 1,5 m, *stemming* 3,5 m, dan PC 2 m. Estimasi persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100%.
 - b. Rancangan geometri usulan B dengan *burden* 7,5 m, spasi 8,5 m, *powder factor* 0,195 kg/m³, kedalaman 7 m, ADL 1,2 m, *stemming* 3,5 m, dan PC 2,3 m. Estimasi persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100%
 - c. Rancangan geometri usulan C dengan *burden* 7 m, spasi 8 m, *powder factor* 0,222 kg/m³, kedalaman 7 m, ADL 1,2 6m, *stemming* 3,5 m, PC 2,3 m. Estimasi persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100%
 - d. Rancangan geometri usulan D dengan *burden* 7,2 – 7,4 m, spasi 8,2 – 8,4 m, *powder factor* 0,191 – 0,20 kg/m³, kedalaman 7 m, ADL 1,3 m, *stemming* 3,5 m, PC 2,2 m. Estimasi persentase kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100 %
 - e. Berdasarkan kelebihan dan kekurangan pada masing – masing usulan geometri peledakan, bahwa usulan geometri D dapat menjadi pilihan yang paling tepat dibanding usulan geometri A, B, dan C karena menggunakan geometri aktual yang memiliki persentase

kelolosan ≤ 100 cm sebesar 100% sebagai acuannya serta terdapat toleransi pada jarak spasi dan *burdennya* jika terdapat penyimpangan di lapangan.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengkajian terhadap geometri peledakan pada *burden*, spasi, dan jumlah bahan peledak aktual yang digunakan di lapangan supaya dapat menghasilkan fragmentasi batuan yang baik dan nilai *powder factor* yang sesuai dengan target rencana peledakan awal.
2. Perlu dilakukan evaluasi hasil fragmentasi batuan secara berkala agar dapat mengetahui kesalahan atau koreksi terhadap geometri peledakan yang diterapkan.
3. Penerapan panjang kolom *air deck* perlu diperhatikan agar energi peledakan yang dihasilkan dapat optimal untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang sesuai dengan target. Kegiatan *stemming* perlu lebih diperhatikan, agar terbentuk kondisi *confined* pada material *stemming* untuk menghindari adanya *energy loss* atau terjadinya *stemming ejection*.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Bhandari, Sushil. 1997. *Engineering Rock Blasting Operations*. AA. Blakema. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
2. Chiapetta F. 1990. *Blasting Analysis*, in First Internasional Symposium on Rock Fragmentation by Blasting. Lulea University. Sweden.
3. Hustrulid, Wiliam .1999. *Blasting Principles for Open Pit Mining Vol 1*. Rotterdam / Brookfield.
4. Jhanwar, J. C. 2013. Investigation into the Influence of Air Decking on Blast Performance in Opencast Mines in India: A Story
5. Jhanwar, J. C dan Jethwa J. L. 2000. The Use of Air Decks in Production Blasting in an Open Pit Coal Mining. *Blasting in Mines – New Trends – Ghost & Joshi (Eds)*
6. Jimeno C.L, Jimeno E.L, Carcedo F.J.A. 1995. *Drilling and Blasting of Rocks*. AA. Blakema. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
7. Konya C.J., Walter E.J. 1990. *Surface Blast Design*. Prestice Hall. USA.
8. Konya C. J., Walter E.J. 1991. *Rock Blasting and Overbreak Control*. National Highway Institute. USA.