

Analisis dan Rancangan Pola Peledakan pada Lapisan *Interburden* K37 – K39 untuk Mendapatkan *Fragmentasi* yang Sesuai dengan Alat Muat di PT. Asmin Koalindo Tuhup, Kalimantan Tengah

Suhendrinal^{1,*}, Raimon Kopa¹

¹ Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*suhendrinal@gmail.com

Abstract. PT. Asmin Koalindo Tuhup is one of the industries engaged in coal mining, which is located in the Central Kalimantan region. Karakteristik of cover rock in the area pit 7 and pit 8 interburden K37 and K39 with a thickness of 27 meters with different layers of mudstone material, siltstone and sandstone. The average thickness of the siltstone material is 3-5 meters and its position is in the upper layer which will be used as a stemming column during blasting. So that it is very influential on the results of blasting later, so it is necessary to do a blasting design to minimize the impact due to the condition of the layer. In the first actual blasting, >1 meter fragmentation value 31.69%, actual blasting of second fragmentation values ≥ 1 meter 26.8% and actual blasting of the third fragmentation value ≥ 1 meter 17.9%. Of the three results of the blasting it was not in accordance with the results of targeted fragmentation ($\leq 15\%$). To minimize the results of the test, the geometry of the blasting is carried out. Based on the results of the study obtained the results of analysis and improvement on the proposed blasting pattern obtained mentasi 1 meter fragmentation using the calculation of wipfrag 0 software from the three proposals. The percentage of boulder ≤ 60 cm based on Kuzram has been below the target of 15% with a value of 6.57%, 6.45% and 6.16%. The digging time value has been below the company's target of 12 seconds, with a value of 10.21 seconds, 9.42 seconds and 10.45 seconds from the performance of the Liebherr R 9250 excavator excavator.

Keywords: blasting, fragmentation, design, boulder, coal

1 Pendahuluan

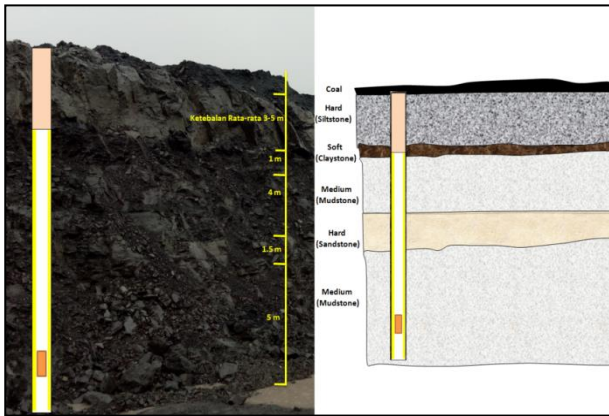
PT. Asmin Koalindo Tuhup merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang pertambangan batubara, yang berada di daerah Kalimantan Tengah. PT. Asmin Koalindo Tuhup menghasilkan batubara yang berkualitas tinggi yang sering disebut *Coking Coal*. Untuk proses pengambilan batubara PT. Asmin Koalindo Tuhup menggunakan metoda pemboran dan peledakan untuk memberaikan material tanah penutup dan dilanjutkan penggalian dengan alat gali.

Peledakan merupakan kegiatan pemecahan suatu material (batuan) dengan menggunakan bahan peledak untuk memberai tanah penutup, membongkar batuan padat atau material berharga atau endapan bijih yang bersifat kompak dari batuan induknya menjadi material yang cocok untuk dekerjakan dalam proses produksi

berikutnya^[1]. Salah satu peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila diperoleh fragmentasi ukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per-peledakan)^[2].

PT. Asmin Koalindo Tuhup memiliki karakteristik batuan yang berbeda-beda pada lapisan penutup, yang secara fisik batuan diklasifikasikan batuan keras. Khususnya di area Pit 7 dan Pit 8 *interburden* K37 dan K39 dengan ketebalan 27 meter yang terdapat perbedaan lapisan material *mudstone*, *siltstone* dan *sandstone*. Material *siltstone* terdapat di *floor* batubara K 37 dengan *density* 2.65 ton/m³ dan nilai UCS (*unconfined compressive strength*) 30 MPa. Jika nilai UCS 30 MPa, maka diklasifikasikan batuan keras^[3]. Rata-rata ketebalan material *siltstone* 3-5 meter

dipermukaan atau terdapat di kolom *stemming* saat peledakan.



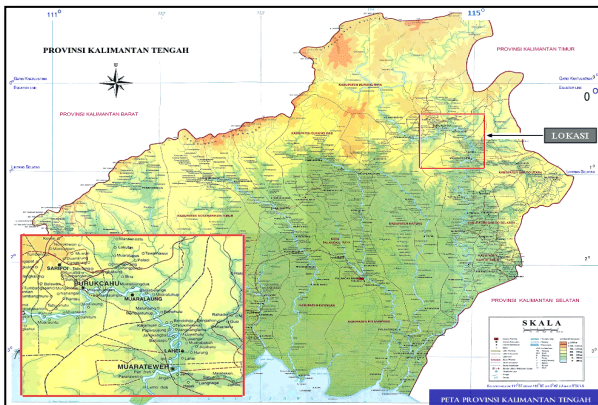
Gambar 1. Tipe Batuan di Pit 8S PT.AsminKoalindo Tuhup(AKT)

Oleh karena perbedaan lapisan tersebut, kegiatan peledakan menghasilkan fragmentasi yang tidak seragam bahkan terdapat *boulder*. Dengan adanya *boulder* mengakibatkan *produktiviti* alat muat tidak tercapai karena *digging time*(waktu gali) lebih lama.

2 Lokasi Penelitian

SecarageografiswilayahPerjanjian Kerjasama Pengusaha dan Penambangan Batubara (PKP2B)PT.AsminKoalindo Tuhup(AKT) terletakpadakoordinat 114° 58' 59,99" E – 114° 50' 00" E dan 00° 19' 59,99" S – 00° 20' 00" S (Gambar 1).Desa yang terletak di sekitar lokasi kegiatan bukaan tambang adalahDesaBaloi berada disebelah utara, Desa Liang Nyaling,Hingan Tukung,Tumbang Bauh, dan Batu Tojah berada disebelah timur, Desa Kohong berada disebelah selatan,Desa Tawai Hui dan Pelaci berada disebelah barat.

Kota terdekat dari lokasi penambangan PT. Asmin Koalindo Tuhup adalah Kota Puruk Cahu yang merupakan ibu kota Kabupaten Murung Raya dengan jarak ke lokasi *mine site* lebih kurang 38 kilometer ke arah selatan menyusuri Sungai Barito atau Kota Muara Teweh, ibukota Kabupaten Barito Utara yang berjarak 79 Km dari lokasi.



Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah

3 Metode Penelitian

Dalam melakukan kegiatan penelitian, jenis penelitian termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu^[4]. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau dapat dikuantitatifkan.

Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan yaitu penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan suatu tujuan praktis. Penelitian terapan berkepentingan dengan penemuan-penemuan yang berkenaan dengan aplikasi dan sesuatu konsep-konsep teoritis tertentu.

3.1 Jenis dan Sumber Data

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan beberapa cara pengumpulan informasi atau data, yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran dan pemahaman mengenai objek yang menjadi fokus penelitian. Untuk memperoleh informasi, penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data langsung yang berasal dari lapangan. Sedangkan data sekunder yaitu data yang berasal dari literatur dan wawancara dengan pihak perusahaan. Kedua metode tersebut digunakan untuk proses pemecahan masalah.

3.1.1 Data primer

Data yang diperlukan pada penelitian ini berupa data primer yang terdiri dari data geometri peledakan, jumlah lubang ledak, pola pemboran, pola peledakan, hasil peledakan dan *Digging time* alat gali *excavator Liebherr 9350* dan *Liebherr 9250* untuk menggali *overburden*.

1. Geometri peledakan

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dan pengukuran yang dilakukan berupa *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian, diameter lubang ledak dan tinggi jenjang.

2. Jumlah lubang ledak

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dilapangan untuk mengetahui berapa jumlah lubang ledak yang digunakan dalam kegiatan peledakan tersebut.

3. Pola pemboran

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dilapangan untuk mengetahui pola pemboran apa yang digunakan dalam kegiatan peledakan tersebut.

4. Pola peledakan

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dilapangan untuk mengetahui pola peledakan apa yang digunakan dalam kegiatan peledakan tersebut.

5. Hasil peledakan

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dan dengan cara mengambil foto material hasil peledakan pada saat post blast dilapangan.

6. Digging time

Data ini diambil berdasarkan pengamatan dilapangan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh alat gali-muat untuk menggali material.

3.1.2 Data Sekunder

1. Studi Literatur

Tahapan ini merupakan upaya memperoleh data dan informasi awal dilakukan melalui proses pencarian informasi pendukung berupa catatan, dokumentasi, artikel, jurnal yang berkaitan dengan permasalahan pada bidang keselamatan kerja. Tujuan dari studi literatur ini diharapkan dapat merencanakan urutan kegiatan data melalui data awal yang ada, sehingga mempermudah saat proses penelitian.

2. Penelitian di Lapangan

Kegiatan penelitian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan secara langsung untuk memperoleh informasi aktual serta melihat semua kondisi lapangan dan setiap aktifitas pekerja yang dibutuhkan. Kegiatan penelitian akan diberlakukan titik batas pengamatan, hal ini bertujuan agar cakupan pengamatan tidak meluas, dan tetap berada pada alur tujuan yang telah dirancang.

3. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengamatan lapangan serta melakukan pengukuran secara fisik pada dimensi serta geometri peledakan yang digunakan di lapangan

4. Pengolahan data

Kegiatan pengolahan data dengan melakukan perbandingan hasil peledakan di lapangan secara aktual dengan rancangan usulan yaitu dengan rumusan teori metode kuz-ram^[5] dan IC explosive^[6]:

Prediksi Fragmentasi Batuan Dengan Metode Kuz-Ram. Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari dua persamaan, yaitu persamaan Kuznetsov untuk menentukan ukuran fragmentasi rata-rata, dan persamaan Rossin-Rammler untuk menentukan persentase distribusi material. Pengukuran fragmentasi dan menghasilkan suatu persamaan yang dikenal dengan persamaan Kuznetsov^[5] yaitu:

Volume peledakan:

$$V_{total} = B \times S \times L \times \text{jumlah lubang} \quad (1)$$

Pemakaian bahan peledak:

$$de = \frac{1}{4} \times 3,14 (De^2) \times SG \times 1000 \quad (2)$$

Keterangan:

de = Loading density (kg/m)

De = Diameter lubang ledak (m)

SG = Berat jenis bahan peledak yang dipakai (gr/cc)

Pemakaian bahan peledak emulsion untuk setiap lubang (E):

$$E = de \times Pc \quad (3)$$

Keterangan :

E = Jumlah bahan peledak per lubang

De = Loading density (kg/m) = 36,11 kg/m

Pc 1 = Panjang kolom isian = 7,8 m

Powder Factor (PF):

Powder factor adalah suatu bilangan yang menyatakan banyaknya bahan peledak yang digunakan untuk meledakkan atau membongkar sejumlah batuan.

$$PF = \frac{E_{total}}{V_{total}} \quad (4)$$

Keterangan :

PF = Powder factor (kg/m³)

E_{Total} = Jumlah bahan peledak per 1 kali peledakan (kg)

V_{Total} = Volume peledakan per 1 kalipeledakan (m³)

$$\bar{x} = A \times \left(\frac{Vo}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{1/6} \quad (5)$$

Keterangan :

\bar{x} = Ukuran fragmentasi rata-rata (cm)

A = Faktor batuan:

7 untuk batuan menengah

10 untuk batuan keras dan banyak kekar

13 untuk batuan sangat keras dan sedikit kekar

Vo = Volume batuan yang terbongkar (B x S x L dalam m³)

Q = Jumlah bahan peledak TNT pada setiap lubang ledak (kg)

Kemudian memodifikasi persamaan tersebut dengan menggunakan bahan peledak ANFO menjadi persamaan:

$$\bar{x} = A \times \left(\frac{Vo}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{1/6} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-19/30} \quad (6)$$

Keterangan:

\bar{x} = Ukuran fragmentasi rata-rata (cm)

A = Faktor batuan dapat dihitung menggunakan Blastability Index.

Vo = Volume batuan yang terbongkar m³

Qe = Jumlah bahan peledak per lubang tembak, kg.

E = Kekuatan bahan peledak (RWS) untuk ANFO = 100; TNT = 115

Untuk menentukan fragmentasi batuan hasil peledakan digunakan persamaan Roslin-Ramler, yaitu:

$$Rx = e^{-\left[\frac{x}{xc}\right]^n} \quad (7)$$

$$Xc = \frac{x}{(0,693)^{1/n}} \quad (8)$$

Keterangan :

Rx: Persentase material yang tertahan pada ayakan x (%)

X : Ukuran ayakan (cm)

Xc: Karakteristik Ukuran
n : Indeks keseragaman

$$n = \left(2,2 - 14 \frac{B}{De}\right) x \left[\frac{1 + \frac{S}{B}}{2}\right]^{0,5} x \left[1 - \frac{W}{B}\right] x \left[\frac{PC}{L}\right] x P \quad (9)$$

Keterangan:

P = faktor pola peledakan (1,0, *square pattern*) (1,1, *staggered pattern*)

n = *Uniformity exponent*

B = *Burden* (m)

D = Diameter lubang ledak (mm)

S = *Spacing* (m)

w = Standar deviasi dari akurasi pengeboran (m)

R = S/B

L = Panjang isian (m)

H = Tinggi jenjang (m)

Perhitungan *scale depth of burial*^[10]:

$$L = De \times 10 \quad (10)$$

5. Kesimpulan

Merupakan hasil akhir dari proses pengolahan data, gagasan, opini untuk memberikan ringkasan gagasan sebagai upaya untuk memberikan kemudahan terhadap pembaca.

4 Hasil dan Pembahasan

Permasalahan yang di paparkan dalam pembahasan ini yaitu penerapan metode peledakan pembongkaran *overburden* pada *interburden seam* K37 dan K39 di Pit 7 dan Pit 8 belum sesuai target, karena masih menghasilkan fargmentasi batuan yang cukup besar melebihi dari sepertiga *bucket excavator Liebherr 9250* dan *Liebher 9350* (≥ 1 meter). Target *digging time* alat gali *excavator* melebihi dari 12 detik karena target *digging time* yang ditentukan dalam kegiatan di PT. Asmin Koalindo Tuhup maksimal 12 detik.

1. Pola pemboran yang dilakukan PT. Asmin Koalindo Tuhup adalah pola pemboran selang-seling (*staggered pattern*), lubang ledak antar satu baris dengan baris yang lainnya tidak saling sejajar^[7].
2. Arah pemboran yang dilakukan saat ini pada umumnya adalah arah pemboran tegak (*vertikal*) sedang pemboran miring hanya digunakan disisi *freeface* bekas *slope* atau bentuk *freeface* miring.
3. Kedalaman lubang diambil dari data yang dicatat operator saat pemboran dan aktual kedalaman lubang juga diukur oleh *helper*.
4. Alat Bor yang digunakan PT. Asmin Koalindo Tuhup jenis *rotary drill merk Bucyrus SKF 11* dan *Sandvik 245* dengan diameter lubang ledak *7.785inch* atau 200 mm.

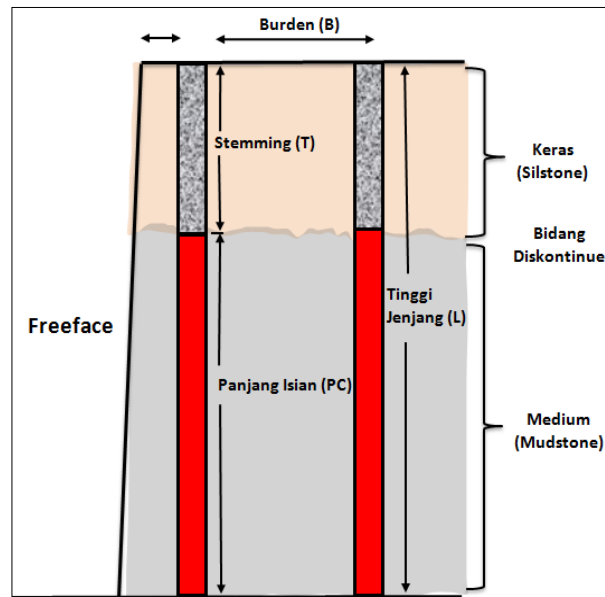
4.1 Peledakan Aktual 1 tanggal 20 Oktober 201

4.1.1 Rancangan Peledakan

1. Geometri Peledakan

Geometri peledakan yang digunakan aktual dilapangan meliputi sebagai berikut:

<i>Burden</i> (B):	8 meter
<i>Spasi</i> (S):	9 meter
Kedalaman lubang (H):	14 meter
Diameter (D):	$7 \frac{7}{8}$ inchi = 0,20 meter
Total lubang:	108 lubang
<i>Stemming</i> (T):	4,5 meter
Tinggi jenjang (L):	14 meter
<i>Subdrilling</i> (J):	0
Panjang Lubang isian (PC):	9,5 meter



Gambar 3.Sketsa Peledakan AktualPT.AsminKoalindo Tuhup(AKT)

4.1.2 Pola Peledakan

Pola peledakan yang diterapkan adalah pola peledakan beruntun antar lubang, detonator yang digunakan untuk peledakan *in hole delay* 500 ms panjang 18 meter dan *surface delay* 17 ms sebagai control dan 67ms sebagai *echelon*. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan inisiasi dari Lil dihubungkan ke *surface delaydetonator*.

4.1.3 Hasil Peledakan

Analisis fragmentasi batuan dilakukan dengan fotografi pada foto batuan hasil peledakan^[8]kemudian foto tersebut di dianalisa dengan menggunakan software Wipfrag. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan software Wipfrag.

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan software Wipfrag, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 31,69% dengan ukuran ≥ 1 meter dan 68,31% ≤ 1 meter, pada hasil fragmentasi menunjukan kegiatan peledakan belum sesuai karena masih terdapat boulder yang melebihi dari 1 meter.

2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Dilokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali *excavator Liebherr 9250* dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 13,53 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik.

4.2 Peledakan Aktual2 dilapangan tanggal 07 November 2017

4.2.1 Rancangan Peledakan

1. Geometri Peledakan

Geometri peledakan yang digunakan aktual dilapangan meliputi sebagai berikut:

Burden (B):	8 meter
Sipasi (S):	9 meter
Kedalaman lubang ledak(H):	17,42 meter
Diameter (D):	$7\frac{7}{8}$ inchi = 0,20 meter
Total lubang:	105 lubang
Stemming (T):	5 meter
Tinggi jenjang (L):	17,42 meter
Subdrilling (J):	0
Panjang Lubang isian (PC):	12,42 meter

2. Pola Peledakan

Pola peledakan yang diterapkan adalah pola peledakan beruntun antar lubang, detonator yang digunakan untuk peledakan *inhole delay* 500 ms panjang 18 meter dan *surface delay* 25 ms sebagai control dan 67ms sebagai *echelon*. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan inisiasi dari Lil dihubungkan ke *surface delay* detonator, pola peledakan yang diterapkan *Box-Cut*.

4.2.2 Hasil Peledakan

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Analisis fotografi pada foto batuan hasil peledakan dengan menggunakan software *Wipfrag*. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan software *Wipfrag*.

Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan software *Wipfrag*, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 26,8 % dengan ukuran ≥ 1 meter dan 73,20 % ≤ 1 meter, pada hasil fragmentasi menunjukkan kegiatan peledakan belum sesuai karena masih terdapat boulder yang melebihi dari 1 meter.

2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Dilokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali *excavator Liebherr 9250* dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 13,07 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik

4.3 PeledakanAktual 3 dilapangan tanggal 12 November 2017

4.3.1 Rancangan Peledakan

1. Geometri Peledakan

Geometri peledakan yang digunakan aktual dilapangan meliputi sebagai berikut :

Burden (B):	8 meter
Spasi (S):	9 meter
Kedalaman lubang (H):	13,5 meter
Diameter (D):	$7\frac{7}{8}$ inchi = 0,20 meter
Total lubang:	83 lubang
Stemming (T):	4,5 meter
Tinggi jenjang (L):	13,5 meter
Subdrilling (J):	0
Panjang Lubang isian (PC):	9 meter

2. Pola Peledakan

Pola peledakan yang diterapkan adalah pola peledakan beruntun antar lubang, detonator yang digunakan untuk peledakan *inhole delay* 500 ms panjang 18 meter dan *surface delay* 42 ms sebagai control dan 109ms sebagai *echelon*. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan inisiasi dari Lil dihubungkan ke *surfacedelay* detonator, pola peledakan yang diterapkan *Box-Cut*.

4.3.2 Hasil Peledakan

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Analisis fotografi pada foto batuan hasil peledakan dengan menggunakan software *Wipfrag*. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan software *Wipfrag*. Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan software *Wipfrag*, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 17,9 % dengan ukuran ≥ 1 meter dan 82,1 % ≤ 1 meter, pada hasil fragmentasi menunjukkan kegiatan peledakan belum sesuai karena masih terdapat *boulder* yang melebihi dari 1 meter.

2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Di lokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali *excavator Liebherr 9250* dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 13,16 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik.

4.4 Pembahasan Hasil Peledakan Aktual Selama Penelitian

Tabel 1. Geometri Aktual Ledakan

No	Parameter	Geometri Aktual		
		1 20 Oktober 17	2 7 November 17	3 12 November 17
1	Burden (B)	8 m	8 m	8 m
2	Spac (S)	9 m	9 m	9 m
3	Diameter Lubang Ledak	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi
4	Kedalaman Lubang Ledak	14 m	17,42 m	13,5 m
5	Tinggi Jenjang (L)	14 m	17,42 m	13,5 m
6	Stemming (T)	4,5 m	5 m	4,5 m
8	Subdrilling (I)	0	0	0
9	Panjang Kolom Isian (PC)	9,5 m	12,42 m	9 m
11	Berat Handak Perlubang	343,05 kg	448,49 kg	324,99 kg
12	Berat Handak sekali Ledak	37.049,4 kg	47.091,5 kg	26.974 kg
13	Jumlah Lubang	108	105	83
14	Volume Perlubang	1.008 m ³	1.254 m ³	972 m ³
15	Volume Sekali Peledakan	108.864 m ³	131.670 m ³	80.676 m ³
16	Powder Factor (PF)	0,34 kg/m ³	0,36 kg/m ³	0,33 kg/m ³
17	Nilai Fragmentasi ≥ 1 meter dengan software WipFrag	31,69 %	26,8 %	17,9 %
19	Waktu Gali Rata-rata	13,53 detik	13,07 detik	13,16 detik

Dari tabel diatas masih terdapat hasil fragmentasi ≥ 1 meter dengan menggunakan perhitungan software Wiprag. Peledakan aktual pertama nilai fragmentasi ≥ 1 meter 31,69% , peledakan aktual kedua nilai fragmentasi ≥ 1 meter 26,8% dan peledakan aktual ketiga nilai fragmentasi ≥ 1 meter 17,9%. Dari ketiga hasil peledakan tersebut belum sesuai dengan hasil fragmentasi yang ditargetkan ($\leq 15\%$).

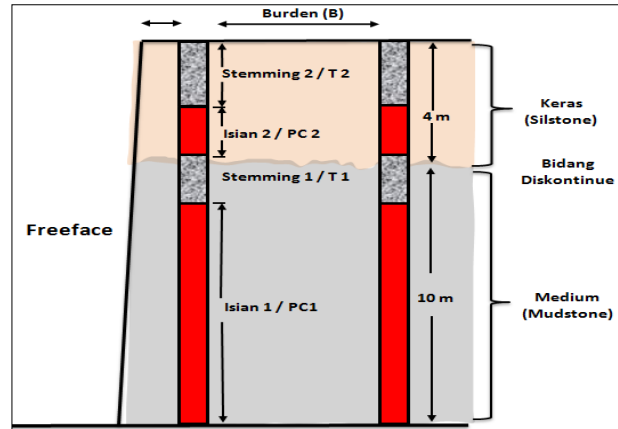
Waktu gali rata-rata excavator Liebherr R9350 dari ketiga hasil peledakan yaitu peledakan aktual pertama 13,53 detik, peledakan aktual kedua 13,07 detik dan peledakan aktual ketiga 13,16 detik. Waktu gali rata-rata dari ketiga hasil peledakan juga belum sesuai target PT. Asmin Kolaindo Tuhup, yaitu maksimal 12 detik.

Dari hasil analisis peledakan aktual terutama fragmentasi dan waktu gali rata-rata belum sesuai target, disebabkan adanya lapisan material keras (siltstone) dengan UCS 30 MPa ketebalan rata-rata 3-5 meter dipermukaan. Sedangkan material dilapisan bawah siltstone yaitu material mudstone yang relatif lunak dengan nilai UCS ≤ 20 MPa. Adanya perbedaan kekerasan pada lapisan akan mempengaruhi distribusi energi, energi peledakan tidak maksimal menghancurkan lapisan keras dipermukaan karena energi akan cenderung lebih maksimal ke bagian lapisan material lunak.

Selain adanya perbedaan kekerasan juga terdapat karakteristik yang berbeda pada pelapisan batuan atau adanya bidang diskontinue, hal ini dapat mempengaruhi distribusi energi ledakan pada setiap lubang ledak yang

menyebabkan gas peledakan hilang diarea bidang lemah pada pelapisan, sehingga distribusi energi tidak maksimal pada batuan keras dipermukaan atau kolom stemming.

Penulis melakukan peledakan usulan dengan metode double deck tujuannya agar distribusi energi ledakan akan maksimal bidang lemah dan bidang perlapisan terutama pada bidang material keras dipermukaan atau kolom stemming seperti gambar dibawah ini.



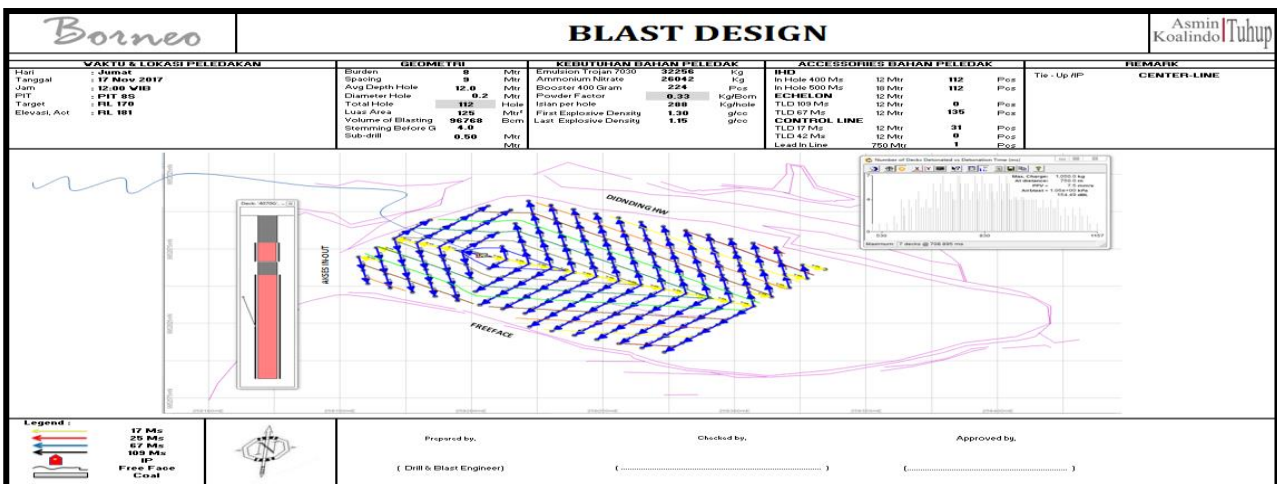
Gambar4. Peledakan Sistem Double Deck

4.5 Peledakan Usulan 1 dilapangan tanggal 17 November 2017

4.5.1 Rancangan Peledakan

1. Pola Peledakan

Metode Peledakan yang digunakan di Pit 8 south adalah metode double deck dengan menggunakan bahan peledak non elektrik (nonel). Detonator yang digunakan untuk peledakan di Pit 8 south adalah detoator inhole delay 400 ms, 500 ms dan surface delay bervariasi antara 17 ms dan 67ms. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan lead in line (LIL) yang dihubungkan ke surface delay. Berikut adalah desain peledakan usulan 1.



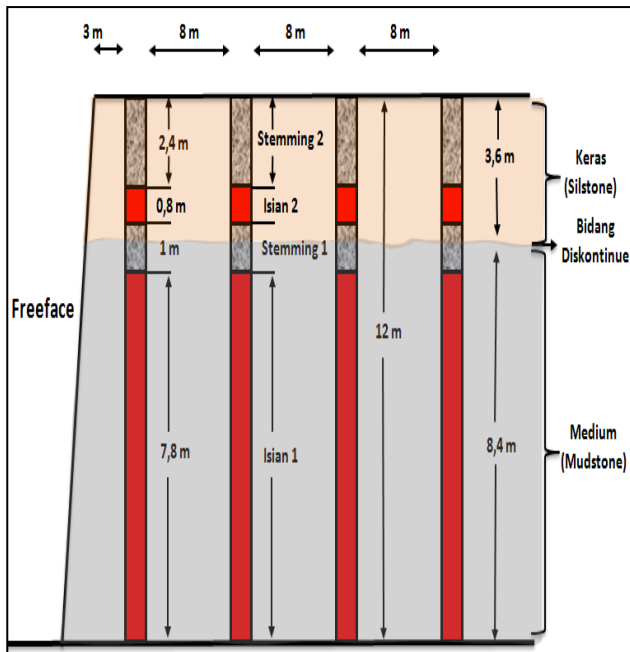
Gambar 5. Desain Peledakan usulan 1 pada kegiatan peledakan PT.AsminKoalindo Tuhup(AKT)

Pola peledakan yang diterapkan di lokasi Pit 8 south pola peledakan beruntun antar lubang dengan tidak ada lubang ledak yang meledak secara bersamaan yaitu

pola BOX CUT^[9], karena polapeledakan menyesuaikan lokasi dilapangan yang berbentuk persegi panjang.

2. Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan. Geometri peledakan menurut ICI-Explosives sebagai berikut :



Gambar6. Peledakan Double Deck Usulan 1

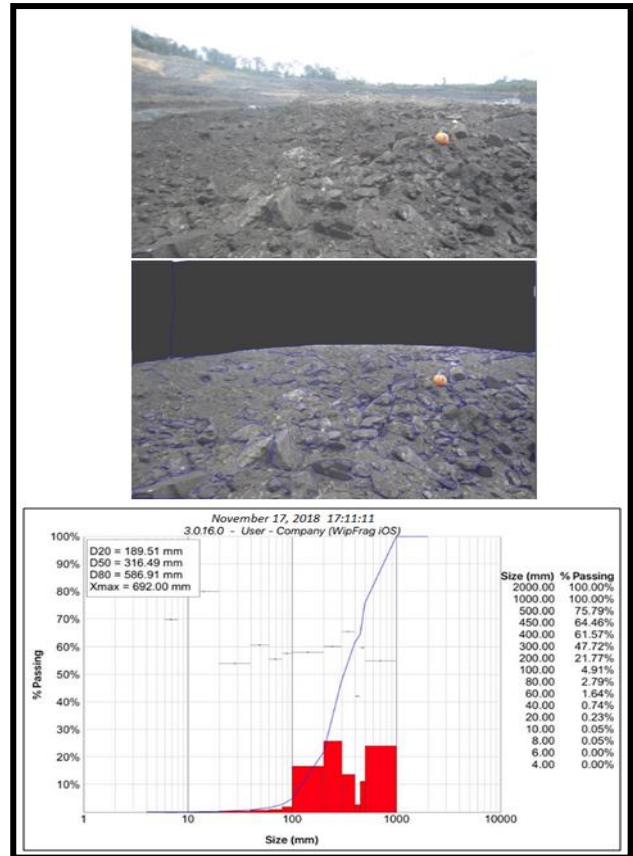
3. Fragmentasi menurut Kuzram

Keberhasilan peledakan sangat ditentukan oleh hasil fragmentasi, dimana hasil fragmentasi diharapkan sesuai dengan bucket excavator dan kapasitas alat angkut dumptruck pada saat loading material. Untuk memperkirakan distribusi fragmen batuan hasil peledakan secara teoritis dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan Kuz-Ram.

4.5.2 Hasil Peledakan

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Analisis fotografi pada foto batuan hasil peledakan dengan menggunakan software Wipfrag. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan software Wipfrag. Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan software Wipfrag, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 0 % dengan ukuran ≥ 1 meter dan 100 % ≤ 1 meter, fragmentasi maksimum yang dihasilkan dengan nilai 69,2 cm. padahasil fragmentasi menunjukkan kegiatan peledakan sudah sesuai target yang diinginkan, karena tidak terdapat boulder yang melebihi dari 1 meter.



Gambar7. Fragmentasi hasil peledakan usulan 1

2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Dilokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali excavator Liebherr 9250 dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 10,21 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik dan data digging time.

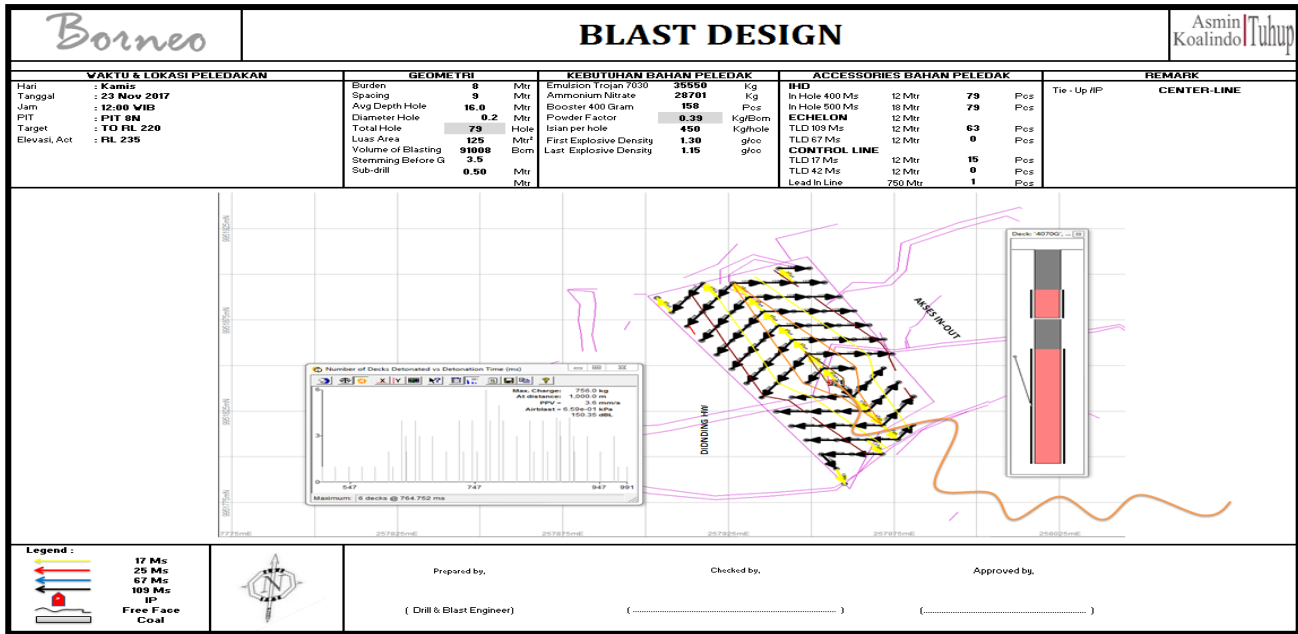
4.6 Peledakan Usulan 2 dilapangan tanggal 23 November 2017

4.6.1 Rancangan Peledakan

1. Pola Peledakan

Metode Peledakan yang digunakan di Pit 8 North adalah metode double deck dengan menggunakan bahan peledak non elektrik (nonel). Detonator yang digunakan untuk peledakan di Pit 8 North adalah detoator inhole delay 400 ms, 500 ms dan surfacedelay bervariasi antara 17 ms dan 109ms. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan lead in line (LIL) yang dihubungkan ke surface delay.

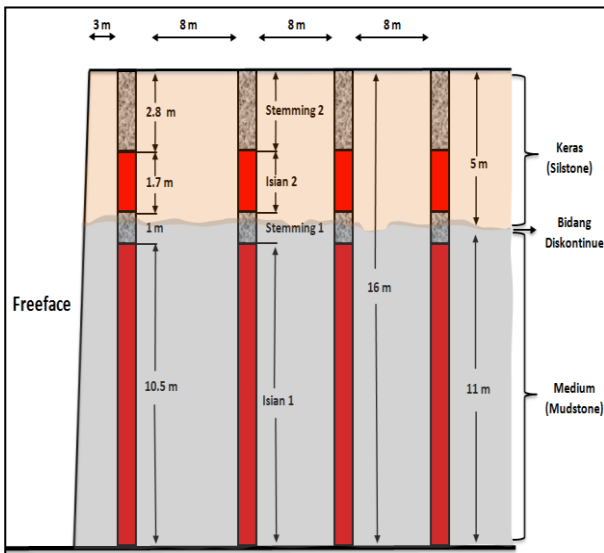
Pola peledakan yang diterapkan di lokasi Pit 8 North pola peledakan beruntun antar lubang dengan tidak ada lubang ledak yang meledak secara bersamaan yaitu pola Center. Dan rancangan peledakan usulan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Desain Peledakan usulan 2 pada kegiatan peledakan PT.AsminKoalindo Tuhup(AKT)

2. Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan. Geometri peledakan menurut ICI-Explosives sebagai berikut :



Gambar9. Peledakan double deck usulan 2

3. Fragmentasi menurut Kuzram

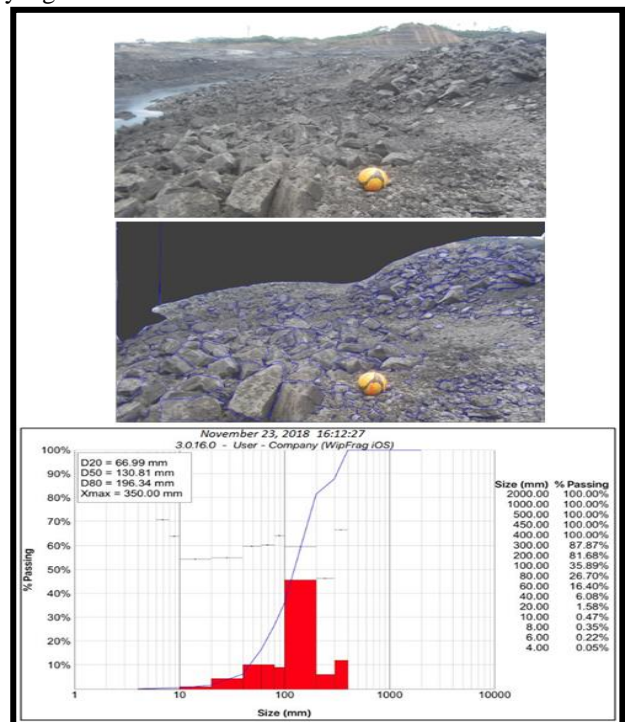
Keberhasilan peledakan sangat ditentukan oleh hasil fragmentasi, dimana hasil fragmentasi diharapkan sesuai dengan bucket excavator dan kapasitas alat angkut dumptruck pada saat loading material. Untuk memperkirakan distribusi fragmen batuan hasil peledakan secara teoritis dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan Kuz-Ram.

4.6.2 Hasil Peledakan

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Anilisis fotografi pada foto batuan hasil peledakan dengan menggunakan software Wipfrag. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan software Wipfrag.

Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan software Wipfrag, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 0 % dengan ukuran ≥ 1 meter dan 100 % ≤ 1 meter, fragmentasi maksimum yang dihasilkan dengan nilai 35 cm. padahasil fragmentasi menunjukkan kegiatan peledakan sudahsesuai target yang diinginkan,karena tidak terdapat boulder yang melebihi dari 1 meter.



Gambar 10. Fragmentasi Hasil peledakan Usulan 2

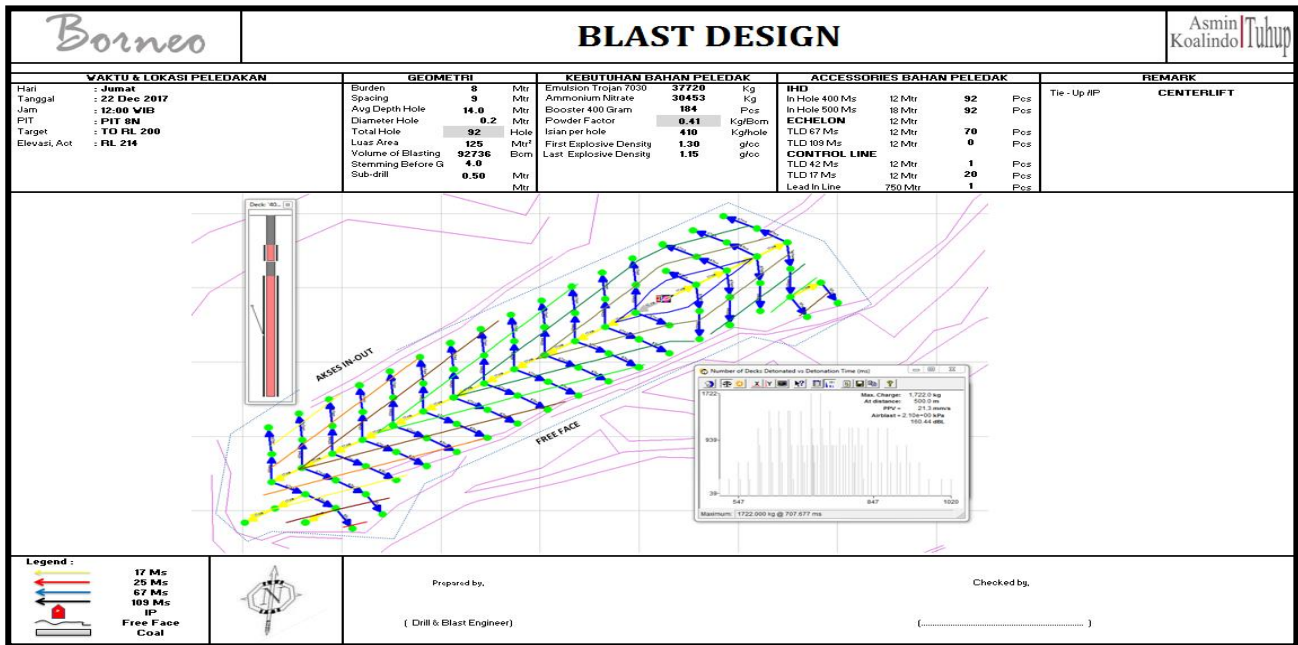
2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Dilokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali *excavator Liebherr 9250* dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 9,42 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik dan data *digging time*.

4.7 Peledakan Usulan 3 dilapangan tanggal 22 Desember 2017

4.7.1 Rancangan Peledakan

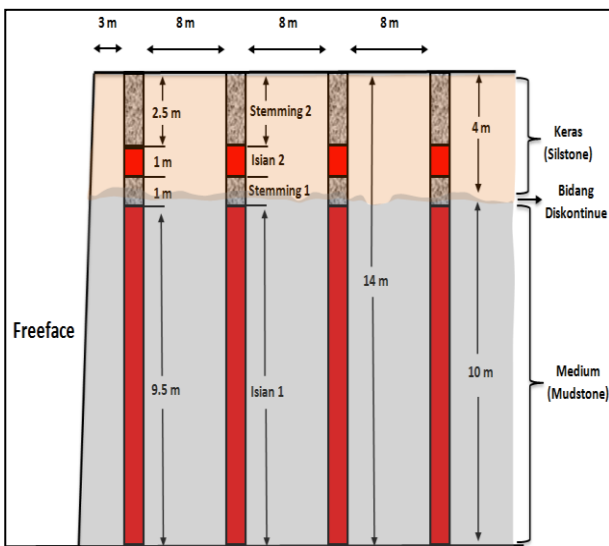
1. Pola Peledakan



Gambar 11. Desain Peledakan usulan 2 pada kegiatan peledakan PT.AsminKoalindo Tuhup(AKT)

2. Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan. Geometri peledakan menurut ICI-Explosives sebagai berikut:



Gambar 12. Peledakan double deck usulan 3

Metode Peledakan yang digunakan di Pit 8 North adalah metode *double deck* dengan menggunakan bahan peledak *non elektrik* (nonel). Detonator yang digunakan untuk peledakan di Pit 8 North adalah detonator inhole delay 400 ms, 500 ms dan *surface delay* bervariasi antara 17 ms dan 67ms. Sedangkan untuk inisiasi pointnya menggunakan *lead in line* (LIL) yang dihubungkan ke *surface delay*.

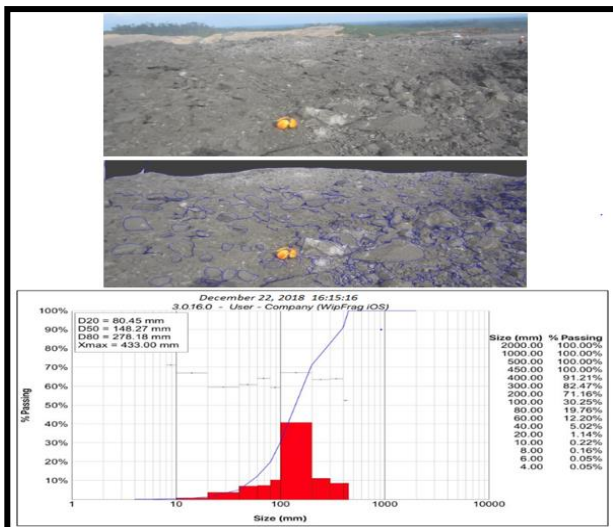
Pola peledakan yang diterapkan di lokasi Pit 8 North pola peledakan beruntun antar lubang dengan tidak ada lubang ledak yang meledak secara bersamaan yaitu pola *Center Line*.

4.7.2 Hasil Peledakan

1. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dengan Wipfrag

Analisis fotografi pada foto batuan hasil peledakan dengan menggunakan *software Wipfrag*. Hasil distribusi ukuran fragmen batuan dengan metode fotografi menggunakan *software Wipfrag*.

Dari hasil analisis fragmentasi batuan aktual hasil peledakan menggunakan *software Wipfrag*, didapatkan bahwa fragmen batuan dengan nilai 0 % dengan ukuran ≥ 1 meter dan 100 % ≤ 1 meter, fragmentasi maksimum yang dihasilkan dengan nilai 43,3 cm. pada hasil fragmentasi menunjukkan kegiatan peledakan sudah sesuai target yang diinginkan, karena tidak terdapat boulder yang melebihi dari 1 meter.



Gambar 13. Fragmentasi Hasil peledakan Usulan 3

Tabel 2. Perbandingan Geometri Aktual dan Geometri Usulan

No	Parameter	Geometri Aktual			Geometri Usulan		
		1	2	3	1	2	3
1	Burden (B)	8 m	8 m	8 m	8 m	8 m	8 m
2	Spaci (S)	9 m	9 m	9 m	9 m	9 m	9 m
3	Diameter Lubang Ledak	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi	7 7/8 Inchi
4	Kedalaman Lubang Ledak	14 m	17,42 m	13,5 m	12 m	16 m	14 m
5	Tinggi Jenjang (L)	14 m	17,42 m	13,5 m	12 m	16 m	14 m
6	Stemming 1 (T)	4,5 m	5 m	4,5 m	1 m	1 m	1 m
7	Stemming 2 (T)	-	-	-	2,4 m	2,8 m	2,5 m
8	Subdrilling (J)	0	0	0	0	0	0
9	Panjang Kolom Isian 1 (PC)	9,5 m	12,42 m	9 m	7,8 m	10,5 m	9,5 m
10	Panjang Kolom Isian 2 (PC)	-	-	-	0,8 m	1,7 m	1 m
11	Berat Handak Perlubang	343,05 kg	448,49 kg	324,99 kg	310,55 kg	440,54 kg	379,16 kg
12	Berat Handak sekali Ledak	37.049,4 kg	47.091,5 kg	26.974 kg	34.782 kg	27.754 kg	17.821 kg
13	Jumlah Lubang	108	105	83	112	63	47
14	Volume Perlubang	1.008 m ³	1.254 m ³	972 m ³	864 m ³	1.152 m ³	1008 m ³
15	Volume Sekali Peledakan	108.864 m ³	131.670 m ³	80.676 m ³	96.768 m ³	72.576 m ³	47.376 m ³
16	Powder Factor (PF)	0,34 kg/m ³	0,36 kg/m ³	0,33 kg/m ³	0,36 kg/m ³	0,38 kg/m ³	0,38 m ³
17	Nilai Fragmentasi ≥ 1 meter dengan software WipFrag	31,69 %	26,8 %	17,9 %	0%	0%	0%
18	Persentase Boulder Berukuran ≥ 60 cm Berdasarkan Kuzram	-	-	-	6,57%	6,45%	6.16%
19	Waktu Gali Rata-rata	13,53 detik	13,07 detik	13,16 detik	10,21 detik	9,42 detik	10,45 detik

Berdasarkan perbandingan antara geometri aktual dan geometri usulan peledakan dapat diketahui bahwa setelah melakukan analisa dan perbaikan pada geometri dan pola peledakan, persentase *boulder* hasil peledakan berkurang dan waktu gali *excavator* bisa lebih cepat sehingga hal ini bisa meningkatkan produksi. Hal ini akan berdampak baik bagi perusahaan da sebagai usulan yang berguna bagi perusahaan untuk melakukan kegiatan peledakan selanjutnya.

Dilihat dari ketiga usulan yang direkomendasikan penulis, usulan yang paling baik adalah usulan ketiga, karena waktu gali yang cepat 9,42 detik persentase *boulder* 6,16% menurut Kuzram. Hal ini akan berdampak baik pada perusahaan dan sebagi usulan yang berguna bagi perusahaan untuk melakukan peledakan selanjutnya.

2. Pengamatan Digging Time (Waktu Gali)

Dilokasi peledakan dilakukan pengamatan langsung pada alat gali *excavator Liebherr 9250* dengan geometri aktual membuktikan hasil analisis produktivitas tidak maksimal yang disebabkan lamanya waktu gali 10,45 detik, dari target yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 12 detik.

4.8 Perbandingan Geometri Aktual dan Geometri Usulan

Rekapitulasi hasil perbandingan geometri peledakan usulan di PT. AsminKoalindo Tuhup(AKT).

5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada PT. Asmin Koalindo Tuhup didapatkan kesimpulan:

1. Dari geometri peledakan aktual yang diamati pada saat dilapangan didapat fragmentasi ≥ 1 meter dengan menggunakan perhitungansoftware *wipfrag* Peledakan aktual pertama nilai fragmentasi ≥ 1 meter 31,69% , peledakan aktual kedua nilai fragmentasi ≥ 1 meter 26,8% dan peledakan aktual ketiga nilai fragmentasi ≥ 1 meter 17,9%. Dari ketiga hasil peledakan tersebut belum sesuai dengan hasil fragmentasi yang ditargetkan ($\leq 15\%$). Masih didapatkan nilai *digging time* diatas target perusahaan 12 detik dengan nilai sebesar 13,53 detik, 13,07 detik dan 13,16 detik dari kinerja alat gali *Excavator Liebherr R 9250*.
2. Pada peledakan usulan penulis melakukan peledakan dengan metode *double deck* tujuannya agar distribusi

energi ledakan akan maksimal bidang lemah dan bidang perlapisan terutama pada bidang material keras dipermukaan atau kolom *stemming*

3. Hasil analisa dan perbaikan pada pola peledakan usulan yang didapat fragmentasi ≥ 1 meter dengan menggunakan perhitungansoftware *wipfrag* 0 dari ketiga usulan. Pesentase *boulder* ≤ 60 cm berdasarkan Kuzram sudah dibawah target 15 % dengan nilai 6,57 %, 6,45 % dan 6,16 %. Nilai *digging time* sudah dibawah target perusahaan 12 detik, dengan nilai 10,21 detik, 9,42 detik dan 10,45 detik dari kinerja alat gali *excavator* Liebherr R 9250.
4. Hasil fragmentasi dan *digging time* peledakan usulan lebih kecil dibandingkan dengan peledakan aktual tetapi dengan kondisi tersebut nilai *powder factor* lebih tinggi. Nilai *Powder factor* peledakan aktual 0,34kg/m³, 0,36 kg/m³, 0,33 kg/m³ dengan rata-rata 0,35 k/m³ dan nilai *Powder factor* peledakan usulan 0,36kg/m³, 0,38 kg/m³, 0,38 kg/m³ dengan nilai rata-rata 0,37 k/m³. Selisih *powder factor* peledakan aktual dengan peledakan usulan 0,03 k/m³. Dari selisih *powder factor* tersebut masih masuk dalam toleransi yang ditargetkan PT. Asmin Koalindo Tuhup + 0,03 k/m³.

5.1 Saran

1. Penggunaan metode *double deck* lebih disarankan untuk diterapkan dilokasi *interburden* K37-K39 yang terdapat material keras 3 – 5 meter dipermukaan.
2. Dalam penelitian selanjutnya yang terkait dengan nilai *powder factor* (PF) yang meningkat perlu dipertimbangkan kolom *stemming* pada *deck* pertama akan di coba secara bertahap untuk mengurangi nilai *powder factor*.

Referensi

- [1] Bhandari, Sushil *Engineering Rock Blasting Operations* AA. Blakema. Balkema/Rotterdam/Brookfield. (1997)
- [2] Koesnaryo, S. *Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional. (2001)
- [3] Bieniawski, *Engineering Rock Mass Clasification* New York: John Wiley & Sons. (1989)
- [4] Sugiyono *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*. Bandung: -. (2008)
- [5] Kuznetzov, V.M *The Mean Diameter of the Fragments formed by Blasting of Rock*. Soviet: Mining Science. (1973)
- [6] Anonim. *Diklat Kursus Juru Ledak Kelas II* Bandung:- (2010)
- [7] Jimeno, C.L, Jimeno, E.L, Carcedo F.J.A. *Drilling and Blasting Of Rocks*. AA. Blakema. Balkema/Rotterdam/Brookfield (1995)
- [8] Hustrulid, Wiliam *Blasting Principles for Open Pit Mining*, 1. 2, Balkema/Rotterdam/Brookfield. (1999)

[9] Anonim, *Diklat Kursus Juru Ledak Kelas II* Bandung:- (2010)

[10] Shuyoko Adi, Arif. *Analisis Penerapan Double Deck dengan kombinasi Middle dan Bottom Airdeck pada Lubang Ledak diatas 10 meter Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan di Pit West Seam P, Q, R Site Lati PT. Dyno Nobel Indonesia Berau Provinsi Kalimantan Timur*, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional. (2017)