JURNAL | SAINS DAN TEKNOLOGI
KEILMUAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI INDUSTRI
E-ISSN : 2615-2827 P-ISSN : 1412-5455
Volume XX, Nomor XX Tahun, pp.xx-xx
https://ojs.sttind.ac.id/sttind_ojs/index.php/Sain

Kajian Teknis Batu Terbang (*Fly rock*) untuk Meminimalisir Jarak Lemparan Pada Peledakan Di PT. Atika Tunggal Mandiri

Lasma Simaremare[1)], Hisni Rahmi[1)],Riko Ervil [2)]

[1]Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang
[2]Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

lasmasimaremare@gmail.com ; hisnirahmi@gmail.com* ; rikopdg17@gmail.com

*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Area peledakan dekat dengan crusher, gudang handak, dan kantor. Sehingga pada saat material peledakan Fly rock mengenai area tersebut, yang apabila terjadi terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan. Tujuan penelitian adalah menganalisis jarak lemparan batuan menggunakan geometri aktual, merancang geometri radius aman fly rock, dan menganalisis jarak lemparan batuan. Metode yang digunakan adalah metode Richard and Moore dan Metode Lundborg. Jarak lemparan batuan aktual dengan metode richard and moore adalah rata-rata face burst 180,7 m, rata-rata cratering 143,7 m, rata-rata rifling 48,8 m, dan teori lundborg rata-rata 100,6 m. Geometri usulan menurut R.L Ash maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan burden 2 m, spasi 3 m, stemming 2 m, kedalaman lubang 6 m, isian 5 m, dan diameter 3 inch dan metode C.J.Konya maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan burden 2,1 m, burden awal 2,1 m, spasi 2,9 m, stemming 1,5 m, kedalaman lubang 6 m, isian 4,5 m, dan diameter 3 inch. Jarak lemparan batuan menggunakan geometri usulan menurut richard and moore dengan teori R.L.Ash maka di dapatkan jarak fly rock face burst sebesar 45,9 m, cratering 45,9 m, kemiringan lubang tembak 80° maka nilai rifling 10,1 m, dengan Teori C.J.Konya di dapatkan nilai face burst sebesar 31,9 m, dan nilai cratering sebesar 96,9 m, kemiringan lubang tembak 80° maka nilai rifling 21,3 m, dan Berdasarkan geometri peledakan usulan teori R.L.Ash dan C.J.Konya fly rock dihitung menurut Lundborg, maka di dapatkan jarak fly rock 98,67 m dengan teori R.L.Ash, dan 81,51 m dengan teori C.J.Konya.

Kata kunci: *fly rock*, geometri peledakan, jarak lemparan, R.L.Ash, C.J.Konya

ABSTRACT

The blasting area is close to crushers, explosives warehouse and offices. So that at the time the Fly rock of blasting material hits the area, which if it occurs continuously can cause damage to the building. The purpose of this research is to analyze the distance of rock throw using actual distance, design the geometry of fly rock's safe radius, and analyze the distance of rock throw. The method used is the Richard and Moore method and the Lundborg method. The actual rock throwing distance using the Richard and Moore method is an average face burst of 180.7 m, an average cratering of 143.7 m, a rifling average of 48.8 m, and an average Lundborg theory of 100.6 m. The proposed geometry according to R.L Ash, the results of the proposed blasting burden of 2 m, spacing of 3 m, stemming of 2 m, hole depth 6 m, filling 5 m, and diameter 3 inches and the C.J. Konya method are obtained, then the results of the proposed blasting geometry result for burden 2 .1 m, initial burden 2.1 m, spacing 2.9 m, stemming 1.5 m, hole depth 6 m, filling 4.5 m, and 3 inch diameter. The throwing distance of rock using the geometry proposed by Richard and Moore with the theory of R.L.Ash, then the fly rock face burst distance is 45.9 m, cratering is 45.9 m, the slope of the shot hole is 80°, the rifling value is 10.1 m, with C.J. Theory. Konya got a face burst value of 31.9 m, and a cratering value of 96.9 m, a shot hole slope of 80°, a rifling value of 21.3 m, and Based on the blasting geometry proposed by R.L. Ash and C.J. Konya fly rock, calculated according to Lundborg , then the fly rock distance is obtained 98.67 m with the theory of R.L. Ash, and 81.51 m with the theory of C.J. Konya.

Keywords: ***fly rock, Blasting Geometry, stone throw distance, R.L.Ash, C.J.Konya***

diunggah: , direvisi: , diterima: ,dipublikasi:
Copyright (c) 2020 Author et al
This is an open access article under the CC–BY license

PENDAHULUAN

Rancangan peledakan merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan penambangan. Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan target perusahaan, maka dibutuhkan suatu perencanaan peledakan dengan memperhatikan besaran – besaran geometri peledakan. Parameter rancangan peledakan seperti *burden*, *stemming*, *subdrilling*, *spacing* dan waktu penyalaan (*delay*) harus ditentukan dengan benar untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam efisiensi produk dan pertimbangan faktor keamanan lingkungan. Rancangan geometri peledakan dibagi menjadi 3 metode yaitu R.L.Ash, C.J.Konya dan ICI Eksplosive.

Geometri peledakan terdiri dari *burden*, spasi, *stemming, subdrilling*, kedalaman lubang ledak, tinggi jenjang, *powder column,* dan *loading density.*

1. *Burden* (B)

   Burden merupakan jarak tegak lurus dari lubang tembak dengan bidang bebas yang terdekat, dan arah di mana perpindahan hasil peledakan akan terjadi. Pada daerah ini energi ledakan adalah yang terkuat dan yang pertama kali bereaksi pada bidang bebas.

   Burden merupakan variabel yang sangat penting dan krisis dalam rancangan peledakan. Dengan jenis peledakan yang dipakai dan menghadapi batuan yang akan dibongkar, *burden* memiliki jarak maksimum yang harus dibuat agar peledakan sukses dilaksanakan. Berikut beberapa rumus *burden* (B):

   1) R.L.Ash :

      $KB = KBstd \times AF1 \times AF2$ ..... (1)

      $Af1 = \left(\frac{SG\ Batuan\ Standar}{SG\ Batuan}\right)^{\frac{1}{3}}$ ..... (2)

      $Af2 = \left(\frac{SG\ ANFO\ x\ (VOD)^2}{SG\ ANFO\ Standar\ x\ (VOD\ Standar)^2}\right)^{\frac{1}{3}}$ ..... (3)

      B = Kb x Diameter Lubang..... (4)

      Keterangan :

      Af1 = Faktor Penyesuaian Batuan
      Af2 = Faktor Penyesuaian Bahan Peledak
      SG ANFO= *Specific Gravity* Handak (gr/cc)
      VOD = *Velocity of Detonation* (fps)
      KB = Koefisien *Burden*
      KB = Nisbah *burden* yang telah dikoreksi
      KB_{std} = KB standar bernilai 30
      B = Burden (m)
      D = Diameter lubang (m)

   2) C J Konya

      $B = 3{,}15 \times De \times 3\sqrt{\frac{SGe}{SGr}}$ ..... (5)

      Keterangan:

      B = *Burden* (m)
      De = diameter lubang ledak (*inch*)
      SGe = berat jenis bahan peledak yang dipakai
      SGr =berat jenis batuan yang akan dibongkar

2. Spasi (S)

Spasi dapat diartikan sebagai jarak terdekat antara dua lubang tembak yang berdekatan dalam satu baris (*row*). Apabila jarak spasi yang terlalu kecil akan mengakibatkan batuan hancur menjadi halus, disebabkan energi yang menekan terlalu kuat, sedangkan jarak spasi yang terlalu besar akan mengakibatkan bongkahan bahkan batu hanya mengalami retakan, karena energi ledak dari lubang satu tidak mampu berinteraksi dengan energi dari lubang lain. Secara teoritis besarnya spasi maksimum berkisar antara 1,0 – 2,0 kali jarak *burdenn*ya. Untuk menentukan spasi ini terlebih dahulu kita harus tentukan spasi rationya (Ks).

1) R.L Ash

$S = Ks \times B$..... (6)

Keterangan:

KS= *spacing* Ratio (1.00-2.00)

B= *Burden*

2) C J Konya

$S = 1.4 \times B$..... (7)

Keterangan:

B = *Burden* (m)

S = *Spacing* (m)

3. *Stemming* (T)

Stemming adalah bagian lubang tembak yang tidak diisi bahan peledak tetapi diisi oleh material pemampat seperti pasir, *cutting* hasil pemboran dan tanah liat. *Stemming* berfungsi untuk mengurung gas yang terbentuk akibat reaksi detonasi bahan peledak di dalam lubang tembak dan untuk menjaga keseimbangan tekanan *(stress balance)* sehingga gelombang tekan merambat kearah bidang bebas dahulu daripada ke arah pemampat. *Stemming* merupakan kunci sukses untuk fragmentasi yang baik. Pengungkungan akan membuat energi bahan peledak optimal dari lubang ledak, material dan panjang *stemming* yang tepat diperlukan untuk membuat energi horizontal dan vertikal bahan peledakan yang sesuai berikut beberapa rumus *stemming* (T):

1) R.L.Ash

$T = Kt \times B$..... (8)

Keterangan :

Kt = Steming Ratio (0.75-1.00)

B = *Burden* (m)

2) C.J.Konya

$T = 0.70 \times B$..... (9)

Keterangan :

B = *Burden* (m)

T = *Stemming* (m)

4. Kedalaman lubang ledak (H)

Kedalaman lubang tembak adalah penjumlahan dari dimensi tinggi isian bahan peledak, *stemming* dan *subdrilling*. Jika arah lubang tembak vertikal maka kedalaman lubang tembak merupakan penjumlahan dari tinggi jenjang dan *subdrilling* kedalaman lubang tembak berikut beberapa rumus kedalaman lubang ledak (H):

1) R.L Ash

$H = Kh \times B$..... (12)

Keterangan:

H = Kedalaman lubang ledak (m)

KH = Nisbah Kedalaman Lubang

KH = 1.50 – 4.00

2) C J Konya

$H = L + J$..... (13)

Keterangan:

H = Kedalaman Lubang Ledak

L = Tinggi Jenjang

5. Tinggi jenjang (L)

Tinggi jenjang berhubungan erat dengan parameter geometri peledakan lainnya dan ditentukan terlebih dahulu atau ditentukan kemudian setelah parameter serta aspek lainnya diketahui. Tinggi jenjang maksimum biasanya dipengaruhi oleh kemampuan alat bor dan ukuran mangkok (*bucket*) serta tinggi jangkauan alat muat. Pertimbangan lainnya adalah kestabilan jenjang jangan sampai runtuh, baik karena daya dukungnya lemah atau akibat getaran peledakan.

R.L Ash

$L = H$ x J..... (14)

Keterangan:

L = Tinggi jenjang (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

KH = 1.50 – 4.00

6. *Powder column*/*Primary Charge* (PC)

Powder column/*Primary Charge* adalah panjang lubang isian pada lubang ladak yang akan diisi bahan peledak.

Teori R.L.Ash dan C.J.Konya

PC = H x T ..... (15)

Keterangan :

PC = Panjang Kolom Isian (m)

H = Kedalaman Lubang ledak (m)

T = *Stemming* (m)

7. *Loading density (de)*

Loading density adalah jumlah pemakaian bahan peledak dalam satu meter. Satuan yang digunakan adalah kg/meter. *Loading density* dicari untuk mengetahui berapa jumlah bahan peledak yang digunakan dalam satu lubang tembak. *Loading density* dapat dicari dengan rumus oleh persamaan:

1) R.L.Ash

$de = 0{,}508$ x De^2 x SG..... (16)

Keterangan:

de = Loading density (kg/mtr)

De = Diameter lubang ledak (*inch*)

SG= Berat jenis bahan peledak

2) C J Konya

$de = 0.34$ x Sge x De^2 ..... (17)

Keterangan:

de = Loading density (kg/mtr)

De = Diameter lubang ledak (*inch*)

SGe= Berat jenis bahan peledak

8. Volume peledakan

Selain mempertimbangkan geometri peledakan seperti yang disebutkan diatas, dalam peledakan ada faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan seperti jumlah

pemakaian bahan peledak, volume peledakan. Untuk mencari hal-hal tersebut digunakan rumus sebagai berikut:

V = B x S x H..... ..... (18)

Keterangan:

B : *Burden* (m)

S : *Spacing* (m)

H : Kedalaman lubang ledak (m)

Kegiatan yang dilakukan di PT. Atika Tunggal Mandiri untuk membongkar batu andesit adalah dengan kegiatan peledakan. Aktivitas yang dilakukan dimulai dari pembersihan lahan pemboran, pemboran, pengisian bahan peledak, dan peledakan. Akan tetapi proses peledakan yang dilakukan ada yang menyebabkan batu terbang (*fly rock).* Jarak terjauh *Fly rock* hasil orientasi lapangan pada bulan Mei-Juni 2022 diperoleh jarak terjauh senilai 338 m. Keputusan Menteri ESDM nomor 1287 K/30/MEM/ 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, disebutkan bahwa jarak aman peledakan bagi alat dan fasilitas pertambangan 300 (tiga ratus) meter serta bagi manusia 500 (lima ratus) meter.

Fly rock dari peledakan mengakibatkan kerusakan pada atap bangunan crusher yang jaraknya terhadap lokasi peledakan adalah 158 m, dan gudang handak yang jaraknya 209 m. *Fly rock* yang terjadi diperkirakan karena area yang akan dilakukan peledakan tidak bersih, geometri peledakan yang tidak sesuai dengan rancangan, masih terdapat beberapa bongkahan sisa hasil peledakan sebelumnya, dan beberapa batuan yang permukaannya terdapat retakan. Selain itu hal lain yang diduga dapat mengakibatkan *fly rock* adalah jarak *burden* awal yang terlalu dekat dengan biang bebas (*free face*), dan hasil aktual pengukuran geometri peledakan yang berbeda-beda tiap peledakan.

Jarak lemparan batuan dapat dihitung secara teoritis dengan metode Richard and Moore dan Lundborg. Menurut pengujian yang telah dilakukan Richard et.al (2005), terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi terjadinya *fly rock* pada kegiatan peledakan, yaitu:

1. *Face burst*

   Kondisi *burden* akan mengontrol jarak lemparan *Fly rock* ke depan muka jenjang. *Face burst* terjadi saat kondisi area peledakan memiliki jenjang yang mana jarak *burden* pada baris depan peledakan terlalu dekat dengan *free face*.

   $$L = \frac{K^2}{g}\left(\frac{\sqrt{m}}{B}\right)^{2,6} \quad \text{..... (19)}$$

   Keterangan:

   L = Lemparan maksimal (m)

   k = Konstanta

   g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s2)

   m = Jumlah isian bahan peledak dalam setiap peledakan (per *delay)*

   B = *Burden* awal (m)

2. *Cratering*

   Cratering terjadi saat tinggi *stemming* yang terlalu pendek serta terdapatnya bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material *broken* dari hasil peledakan sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka *fly rock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledak yang diinisiasi.

   $$L = \frac{K^2}{g}\left(\frac{\sqrt{m}}{SH}\right)^{2,6} \quad \text{..... (20)}$$

   Keterangan:

   L = Lemparan maksimal (m)

   k = Konstanta

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s^2)
m= Jumlah isian bahan peledak dalamper *delay* (kg)
SH = Tinggi *stemming* (m)

3. *Rifling*

Rifling terjadi saat *stemming* sudah sesuai untuk mencegah *fly rock* secara *cratering* namun material *stemming* yang digunakan kurang baik, dan biasanya akan terjadi disertai dengan *noise* (bunyi) ledakan yang tinggi.

$$L = \frac{K^2}{g}\left(\frac{\sqrt{m}}{SH}\right)^{2,6} sin\ 2\ \theta \quad (21)$$

Keterangan:
L = Lemparan maksimal (m)
k = Konstanta
g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s2)
m = Jumlah isian bahan peledak dalam per*delay* (kg)
SH = Tinggi *stemming* (m)
θ = *Launch angle* from horizontal

Menurut Lunborg et al (1981) mengemukakan teorinya dalam menghitung jarak maksimum *fly rock* pada fragmentasi batuan saat kondisi optimum. Gambar 2.5 memperlihatkan hubungan antara jarak maksimum lemparan batuan dengan *specific charge* (q) dengan rumusan sebagai berikut:

$$L=143\ d\ (q–0,2) \quad (22)$$

keterangan:
Lmax = Jarak lemparan maksimum(m)
D = Diameter Lubang Ledak (inch)
Q = *Specific charge* (kg/m^3)

METODE

Lokasi Penelitian secara administratif terletak di lokasi tambang PT. Atika Tunggal Mandiri Nagari Manggilang, kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat.

Data primer merupakan data perhitungan dari hasil pengamatan objek penelitian mengenai hasil pengelolaan.
Data primer yaitu :

1. *Burden*
2. *Spacing*
3. *Stemming*
4. Kedalaman Lubang ledak
5. *Powder column*
6. Data hasil pengukuran Lemparan terjauh *fly rock*
7. Jarak *burden* dengan *freeface*
8. jarak lokasi peledakan dengan infrastruktur perusahaan.
9. Jarak lokasi peledakan dengan jarak evakuasi alat dan manusia.
10. Dimensi *fly rock*

Data sekunder merupakan data yang di dapatkan dari media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip perusahaan baik yang di publikasikan maupun yang tidak di publikasikan secara umum.
Data sekunder yaitu :

1. Peta lokasi penambangan
2. Peta kesampaian daerah
3. Spesifikasi bahan peledak
4. Geometri Rancangan Peledakan
5. Waktu *delay*

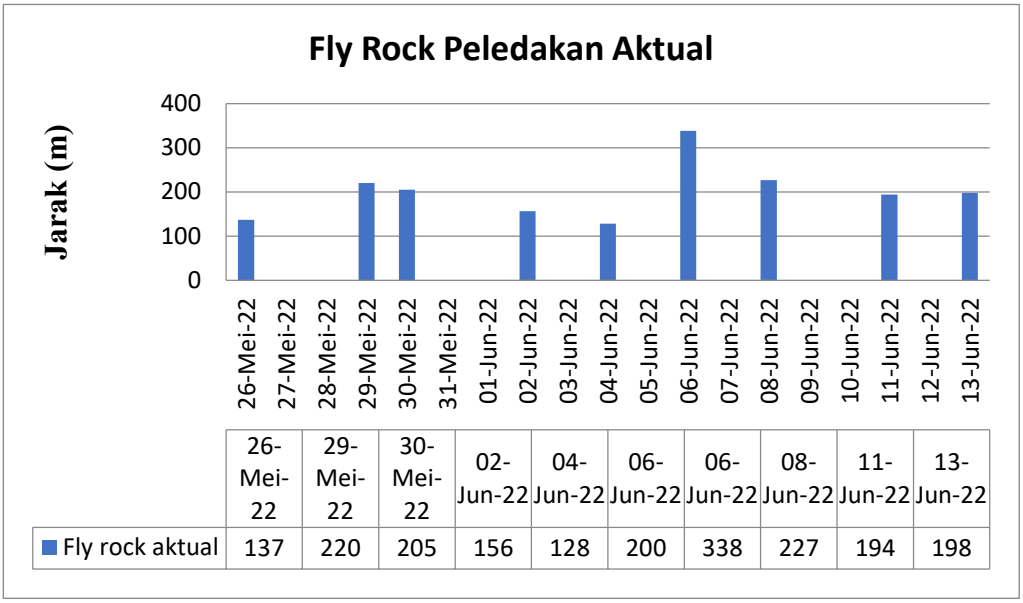
Pengolahan data dilakukan dengan cara :

1. Menghitung jarak lemparan batuan dengan metode Richard and Moore, dan Lunborg menggunakan jarak actual dengan persamaan: 19-22
2. Merancang geometri usulan menurut R.L Ash dan C.J Konya untuk mendapatkan radius aman *fly rock* dengan persamaan: 1-18
3. Membandingkan jarak lemparan batuan menggunakan geometri usulan menurut Richard and Moore, dan Lunborg dengan persamaan: 19-22

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Geometri dan *Fly Rock* Peledakan Aktual

Dari hasil pengolahan geometri dan *fly rock* peledakan aktual maka di dapatkan *fly rock* terdekat yaitu 128 meter, dan jarak lempar *fly rock* terjauh yaitu 338 meter, terjadi pada tanggal 6 juni 2022 dengan kondisi lubang basah (65%) dengan kondisi geometri peledakan *burden* awal 1 m, *burden* 2,8 m, spasi 3,3 m, *stemming* 1,27 m, dan kedalaman lubang tembak 5,7 m. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM nomor 1287 K/30/MEM/ 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, disebutkan bahwa jarak aman peledakan bagi alat dan fasilitas pertambangan 300 (tiga ratus) meter serta bagi manusia 500 (lima ratus) meter.



	26-Mei-22	29-Mei-22	30-Mei-22	02-Jun-22	04-Jun-22	06-Jun-22	06-Jun-22	08-Jun-22	11-Jun-22	13-Jun-22
Fly rock aktual	137	220	205	156	128	200	338	227	194	198

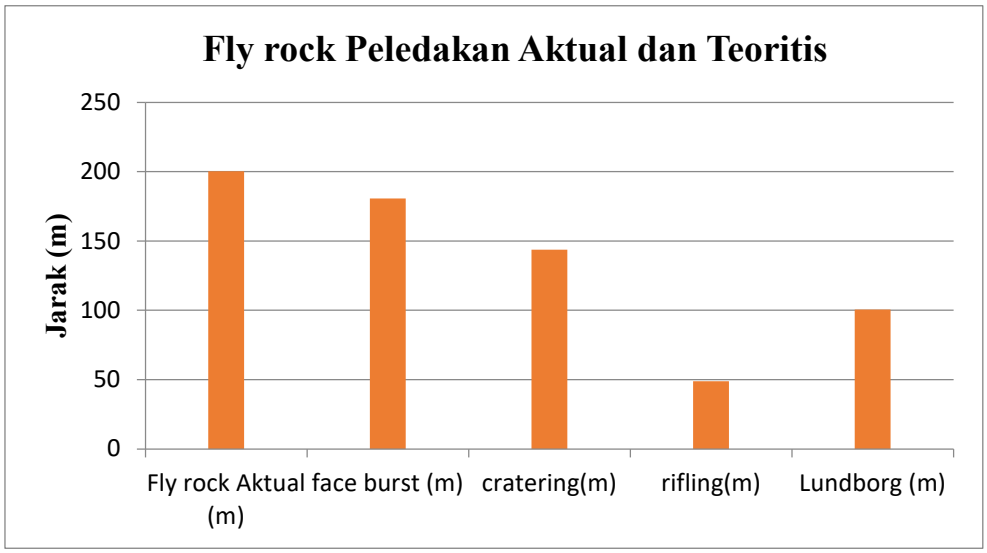
Gambar 1. *fly rock* peledakan aktual

Berdasarkan geometri peledakan aktual dapat disimpulkan bahwa semakin pendek kolom *stemming*, maka potensi lemparan *fly rock* akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh adanya kelebihan pengisian bahan peledak sehingga kolom *stemming* menjadi lebih dangkal. Selain itu, penurunan ketinggian *stemming* pada kondisi lubang ledak basah dikarenakan material *stemming* sebagian yang digunakan adalah *cutting* pengeboran. Dengan

kondisi tersebut, maka derajat pengungkungan (*degree of confinent*) akan menurun sehingga berpotensi terjadinya *fly rock*.

Persiapan lokasi peledakan yang kurang baik dapat menyebabkan potensi bahaya *fly rock*. Hal ini disebabkan spoil-spoil hasil sisa peledakan pada saat persiapan tidak dibersihkan atau disingkirkan sehingga dapat terlempar ketika peledakan dilakukan dan berpotensi menjadi *fly rock*. Selain itu jarak *burden* awal yang terlalu dekat dengan bidang bebas (*free face)* juga dapat mengakibatkan *fly rock*, hal ini disebabkan karna terlalu dekatnya jarak antara lubang ledak dengan bidang bebas, yang ketika meledak batuan akan pecah dan apabila jarak *burden* terlalu dekat dengan bidang bebas akan mengakibatkan batu terlempar jauh.

Di samping itu, kurang baiknya penanganan lubang ledak seperti tidak adanya identitas kedalaman lubang serta kondisi lubang mengakibatkan pengisian bahan peledak hanya dilakukan berdasarkan perkiraan. Dan pada kondisi lubang ledak basah, penggunaan *plastic linear* sering mengakibatkan kelebihan pengisian bahan peledak karena pengukuran yang tidak akurat sehingga kolom *stemming* menjadi lebih dangkal. Selain itu, pada kondisi lubang basah sering dibiarkan dalam keadaan *stemming* kurang padat sehingga pengungkungan menjadi tidak sempurna dan dapat berpotensi mengakibatkan *fly rock*.



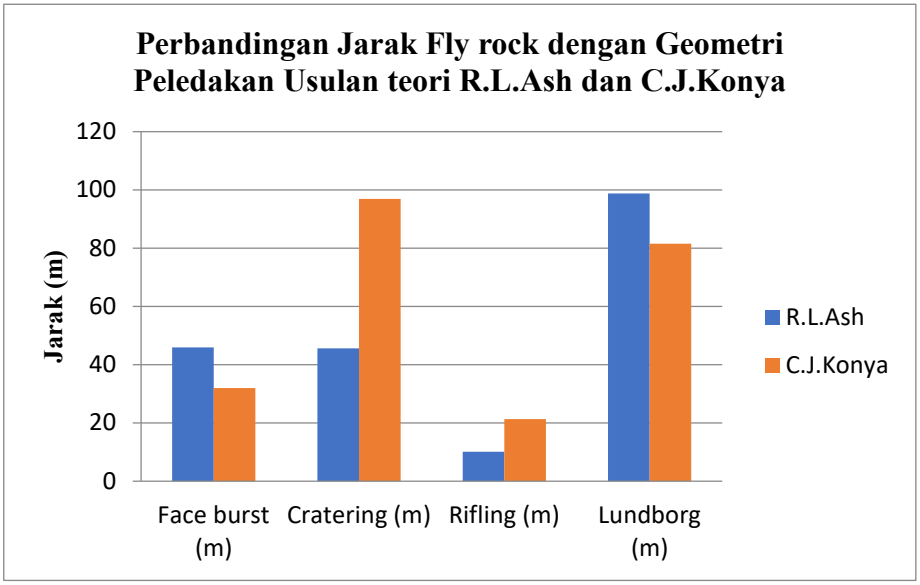
Gambar 2. *fly rock* peledakan aktual dan teoritis

Berdasarkan pengamatan di lapangan selama 10 kali peledakan maka di dapatkan rata-rata jarak *fly rock* peledakan aktual adalah 200,3 m. Kemudian di dapatkan rata-rata dengan metode Richard and Moore yaitu *face burst* 180,7 m, *cratering* 143,7 m, rifling 48,8 m, dan metode *lundborg* 101 m.

Geometri Peledakan Usulan menurut R.Lash dan C.J.Konya

1. Geometri Usulan dengan teori R.L.Ash

Dari pengolahan menggunakan persamaan metode R.L.Ash maka didapatkan geometri peledakan dengan nilai *burden* 2 m, spasi 3 m, *stemming* 2 m, kedakaman lubang 6 m, kolom isian 4 m, dan diameter lubang ledak 3 *inch*, dapat di lihat pada gambar 5.3 di bawah ini.

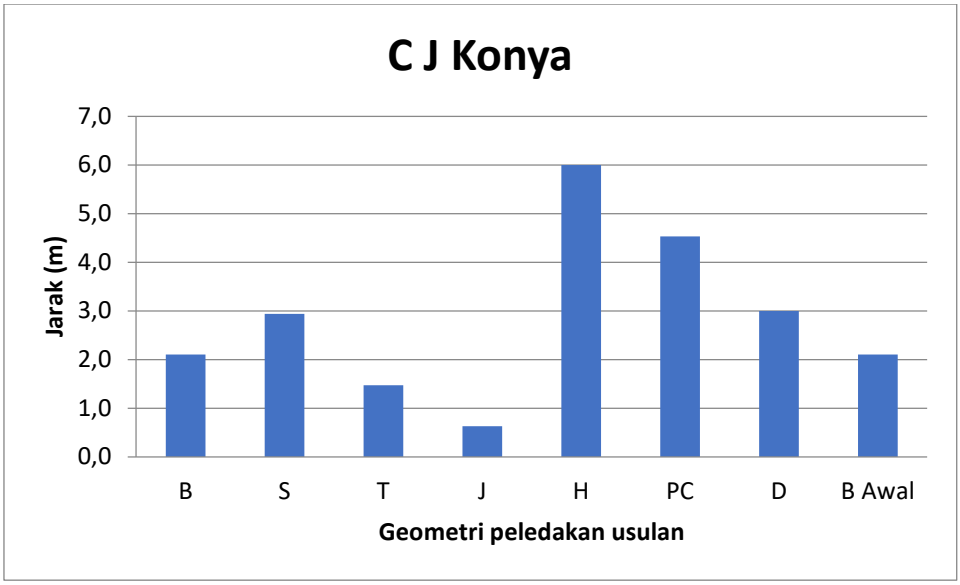


Gambar 3. Geometri teoritis dan radius lempar *fly rock* teori R.L.Ash

Berdasarkan grafik geometri peledakan aktual dan geometri peledakan usulan dapat di lihat perbandingan yang berbeda pada spasi dan *stemming.* Volume batuan yang terbongkar menurut teori R.L.Ash geometri peledakan perusahaan adalah 30 m^3, sedangkan geometri peledakan usulan penulis adalah 36 m^3.

2. Geometri Usulan dengan teori C.J.Konya

Dari pengolahan menggunakan persaman metode C.J.Konya maka di dapatkan geometri peledakan dengan nilai *burden* 2,3 m, spasi 3,2 m, *stemming* 1,5 m, kedalaman lubang 6 m, kolom isian 4,5 m, dan diameter lubang ledak 3 inch. Dapat dilihat pada tabel 5.2 di bawah ini.



Gambar 4. Geometri teoritis dan radius lempar *fly rock* teori C.J.Konya

Radius Aman *Fly rock* Berdasarkan Geometri Peledakan Usulan

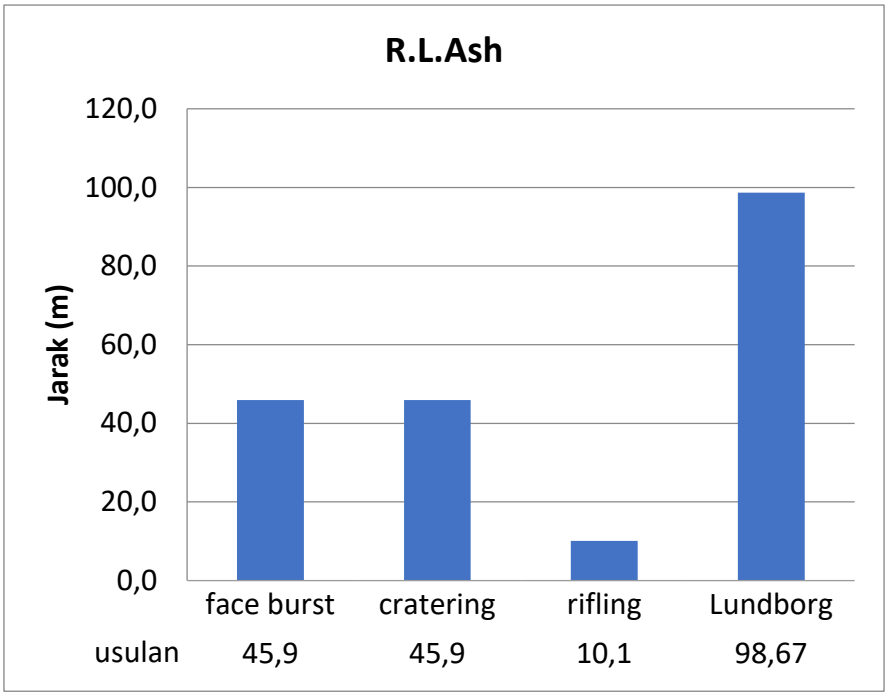
1. *Fly rock* dengan geometri usulan Teori R.L.Ash menurut Richard and Moore dan Lunborg

Pada teori R.L.Ash dimana nilai geometri usulan *burden* awal 2 m, *burden* 2 m, spasi 3 m, *stemming* 2 m, kedalaman lubang tembak 6 m, kolam isian 4 m dan diameter 3 inch dibandingkan dengan geometri aktual di perusahaan. Hasil perhitungan *Fly rock* menurut Richard and Moore di dapatkan nilai *face burst* 45,9 m, *cratering* 45,9 m, *rifling* 10,1 m, dan menurut Lunborg di dapatkan nilai 98,7 m. Sedangkan dengan menggunakan geometri aktual di dapatkan nilai *face burst* 45,9 m, *cratering* 96,9 m, *rifling* 21,3 m, dan Lunborg di dapatkan nilai 137,28 m

Tabel 1. Jarak *fly rock* dengan Geometri Peledakan Usulan Teori R.L.Ash

Geometri Peledakan								*fly rock*			
R.L.Ash	**B (m)**	**S (m)**	**T (m)**	**H (m)**	**PC (m)**	**D (inch)**	**B Awal (m)**	***face burst* (m)**	***Cratering* (m)**	***Rifling* (m)**	**Lunborg (m)**
	2	3	2	6	5	3	2	45,9	45,9	10,1	98,67

Dari tabel diatas ada beberapa rencana untuk meminimalisir jarak lemparan batuan di lapangan, yaitu menutup lubang ledak (*stemming*) dengan sepadat mungkin dan memilih ukuran material *stemming* dengan pas atau tidak terlalu besar, setelah dilakukannya penutupan *stemming* dengan padat, kemudian perubahan geometri peledakan sehingga jarak lemparan *fly rock* semakin kecil.



Gambar 5. Jarak *fly rock* dengan Geometri Peledakan Usulan Teori R.L.Ash

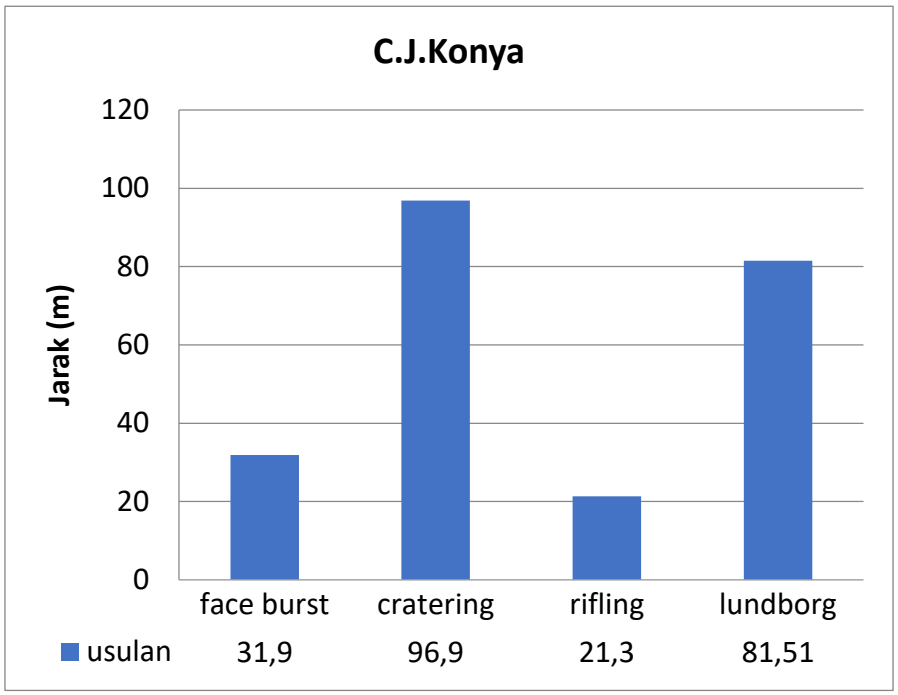
2. *Fly rock* denagn geometri Usulan Teori C.J.Konya menurut Richard and Moore dan Lunborg

Pada teori C.J.Konya dimana nilai *burden* awal 2,3 m, *burden* 2,3 m, spasi 3,2 m, *stemming* 1,5 m, kedalaman lubang tembak 6 m, kolam isian 4,5 m dan diameter 3 inch. 3 inch. Hasil perhitungan *Fly rock* menurut Richard and Moore di dapatkan nilai *face burst* 31,9 m, *cratering* 96,9 m, dan *rifling* 21,3 m. Sedangkan menurut Lunborg di dapatkan nilai 81,51 m.

Tabel 2. Jarak *fly rock* dengan Geometri Peledakan Usulan Teori R.L.Ash

Geometri Peledakan								***fly rock***			
C.J.Konya	**B (m)**	**S (m)**	**T (m)**	**H (m)**	**PC (m)**	**D**	**B Awal (m)**	***face burst* (m)**	***Cratering* (m)**	***Rifling* (m)**	**Lunborg (m)**
	2,3	3,2	1,5	6	4,5	3	2,3	31,9	96,9	21,3	81,51

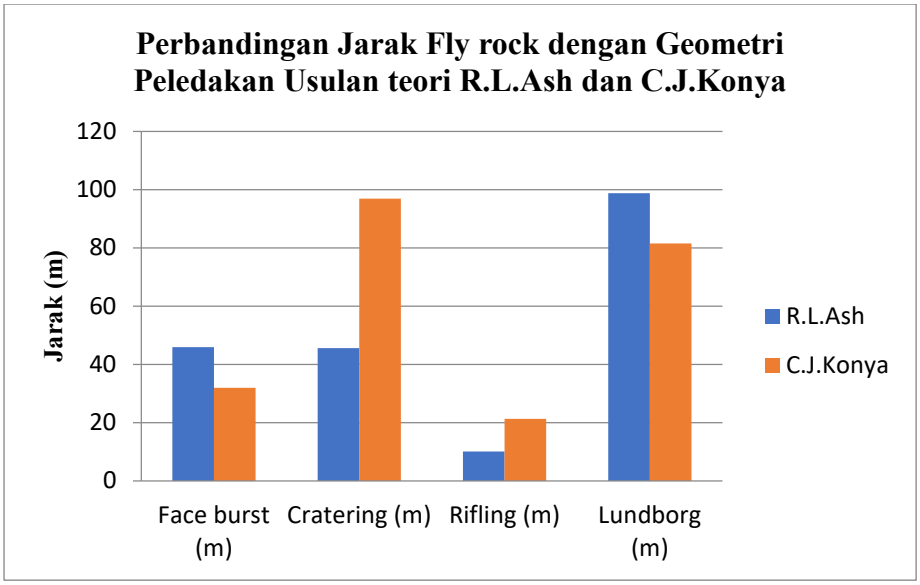
Dari tabel diatas ada beberapa rencana untuk meminimalisir jarak lemparan batuan di lapangan, yaitu menutup lubang ledak (*stemming*) dengan sepadat mungkin dan memilih ukuran material *stemming* dengan pas atau tidak terlalu besar, setelah dilakukannya penutupan *stemming* dengan padat, kemudian perubahan geometri peledakan.



Gambar 6. Jarak *fly rock* dengan Geometri Peledakan Usulan Teori C.J.Konya

Perubahan geometri peledakan perlu dilakukan uji coba untuk menghasilkan jarak lemparan batuan yang lebih kecil. Parameter geometri peledakan yang diubah adalah *stemming*. Hal ini dilakukan karena secara statistik *stemming* memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap jarak lemparan batuan. Selain itu secara teoritis *stemming* juga memegang peranan penting untuk mengunci energi di dalam lubang ledak agar optimal dalam memberai material ke arah samping dan memperkecil potensi energi keluar dari lubang ledak yang dapat menimbulkan *fly rock*.

Terdapat beberapa pengaruh yang di hasilkan dari beberapa kali pengambilan data peledakan dan *fly rock* di lapangan yang pertama *face burst*, *face burst* terjadi saat kondisi area peledakan memiliki jenjang yang mana jarak *burden* pada baris depan peledakan terlalu dekat dengan *free face*. Dan yang ke dua itu *cratering*, *cratering* terjadi saat tinggi *stemming* yang terlalu pendek serta terdapatnya bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material broken dari hasil peledakan sebelumnya.



Gambar 7. Perbandingan Jarak Fly rock dengan Geometri Peledakan Usulan teori R.L.Ash dan C.J.Konya

Dari gambar 5.7 dapat dilihat perbandigan jarak *fly rock* dengan geometri peledakan usulan menggunakan teori R.L.Ash dan C.J.Konya. Jarak *fly rock* yang dihasilkan dengan perhitungan teori R.L.Ash didapatkan nilai *face burst* yaitu 45,9 m, *cratering* 45,5 m, *rifling* 10,1 m, dan metode lundborg 98,7 m. Jarak *fly rock* yang dihasilkan dengan perhitungan teori C.J.Konya didapatkan nilai *face burst* yaitu 31,9 m, *cratering* 96,9 m, *rifling* 21,3 m, dan metode lundborg 81,5 m.

Keputusan Menteri ESDM nomor 1287 K/30/MEM/ 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, disebutkan bahwa jarak aman peledakan bagi alat dan fasilitas pertambangan 300 (tiga ratus) meter serta bagi manusia 500 (lima ratus) meter. Dari hasil *fly rock* aktual yang di dapatkan di lapangan yaitu dengan jarak 158 m dari *crusher,* 209 m dari gudang handak, dan 275 m dari kantor. Sedangkan jarak *fly rock* aktual terjauh adalah 338 m yang mengenai area *crusher*, apabila terjadi terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan pada atap bangunan

SIMPULAN

Hasil penelitian tentang Kajian Teknis Batu Terbang (*Fly rock*) untuk Meminimalisir Jarak Lemparan Pada Peledakan Di PT. Atika Tunggal Mandiri maka penulis dapat mengambil kesimpulan antara lain:

1. Jarak lemparan batuan aktual dengan metode Richard and Moore adalah rata-rata *face burst* 180,7 m*,* rata-rata *cratering* 143,7 m, rata-rata *rifling* 48,8 m, dan teori Lunborg rata-rata 100,6 m.
2. Geometri usulan menurut R.L Ash maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan *burden* 2 m, spasi 3 m, *stemming* 2 m, kedalaman lubang 6 m, isian 5 m, dan diameter 3 inch dan metode C.J.Konya maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan *burden* 2,1 m, *burden* awal 2,1 m, spasi 2,9 m, *stemming* 1,5 m, kedalaman lubang 6 m, isian 4,5 m, dan diameter 3 inch. Volume batuan yang terbongkar menurut teori R.L.Ash geometri peledakan perusahaan adalah 30 m^3, sedangkan geometri peledakan usulan penulis adalah 36 m^3.
3. Jarak lemparan batuan menggunakan geometri usulan menurut Richard and Moore dengan

teori R.L.Ash maka di dapatkan jarak *fly rock face burst* sebesar 45,9 m, *cratering* 45,9 m, kemiringan lubang tembak 80° maka nilai *rifling* 10,1 m, dengan Teori C.J.Konya di dapatkan nilai *face burst* sebesar 31,9 m, dan nilai *cratering* sebesar 96,9 m, kemiringan lubang tembak 80° maka nilai *rifling* 21,3 m, dan Berdasarkan geometri peledakan usulan teori R.L.Ash dan C.J.Konya *fly rock* dihitung menurut Lunborg, maka di dapatkan jarak *fly rock* 98,67 m dengan teori R.L.Ash, dan 81,51 m dengan teori C.J.Konya.[Times New Roman, 12, spasi 1].

DAFTAR PUSTAKA

Arief Usman, Sudarsono, Indah Setyawati. 2015. **Kajian Radius Aman Alat Gali Muat terhadap *Fly rock* Peledakan pada Pit 4500 Blok 12 PT Trubaindo Coal Mining Kutai Barat Kalimantan Barat**. Jurnal Teknologi Pertambangan Volume 1 Nomor 1 Periode Maret – Agustus 2015

Arsandi Mukti. 2016. **Mekanisme Pecahnya Batuan**. https://muktiarsandi.word press.com (diakses tanggal 25 juni 2020)

Ash.R.L., 1992. **Design of Blasting Round, Surface Mining**. New York.

Konya, C.J. 1991. **Rock Blasting and *Overbreak* Control; Precision Blasting Services.** U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Contract No. DTFH61-90R00058, (NTIS No. PB 97- 186548)

Koesnaryo.1998. **Bahan Peledak dan Metode Peledakan**. Fakultas Tambang UPN "veteran" Yogyakarta.

Lunborg N. 1974. **The Hazard of Flyrock in Rock Blasting**. Swedish Detonic Research Foundation Report DS 12, Stockhdm

Marlina A. 2020 **Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap *Fly Rock* Hasil Peledakan di PT.Bintang Sumatra Pacific Kec. Pangkalan Kab. Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat.** Teknik Pertambangan STTIND Padang

Monjezi M. 2010 **Prediction of *fly rock* and backbreak in open pit blasting operation: a neuro-genetic approach.** Saudi Society for Geosciences

Nadhif Syeban. . 2019 **Kajian Batu Terbang (*fly rock*) Untuk Mengurangai Radius Aman Pada Peledakan Penambangan Granodiorit Pt. Total Optima Prakarsa Peneriman Kecematan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat**. Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak

Putri, Himmatul Aulia, Yuliadi. 2017. **Analisis Arah dan Jarak Lemparan Fly Rock Akibat Kegiatan Peledakan di PT Dahana Jobsite PT Adaro Indonesia, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan.** Prosiding Teknik Pertambangan ISSN: 2460-6499.

Richard, Alan B.,Adrian J.Moore. 2005. **Golden Pike Cut Back *Fly rock* Control and Calibration of a Predictive Model**. Terrock Consulting Engneers, Australia.

Rosidi,H.M.D. M..C.G.Clarke. 1976. **Ilmu dasar Stratigrafi di Indonesia.** World Environment: 2011; 1 (1) : 1-5 DOI: 10.5923/J.env. 201110101.01

Saptono Singgih, 2006. **Teknik Peledakan. Jurusan Teknik Pertambangan , Fakultas Teknologi Mineral**, UPN " veteran" Yogyakarta

Suryadi, kopa. 2019. **Analisis Geometri Peledakan untuk Meminimalisir Jarak Lemparan Batuan (*Fly rock*) pada Peledakan Tambang Terbuka PT Ansar Terang Crushindo II Pangkalan Sumatera Barat Dengan Visualisasi menggunakan Drone DJI Phantom 4**. Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

Syeban.2019. **kajian batu terbang (*fly rock)* untuk mengurangi radius aman pada peledakan penambangan granodiorit pt total optima prakarsa peniraman**

kecamatan sungai pinyuh kabupaten mempawah kalimantan barat. Universitas Negeri Padang.

Ramadhan, Yulhendra. 2020 . **Kajian Potensi Flying Rock Peledakan Terhadap Radius Aman Alat Peremuk Crusher di CV Tekad Jaya Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat.** Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak