

REDESIGN GEOMETRI PELEDAKAN UNTUK MENDAPATKAN FRAGMENTASI BATUAN YANG OPTIMAL DI PREBENCH PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

REDESIGN OF BLASTING GEOMETRY TO GET OPTIMUM FRAGMENTATION IN PREBENCH PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK

Alek Al Hadi, dan M. Taufik Toha

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang (30139)

E-mail: alekalahadi46@gmail.com

ABSTRAK

Pit Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (persero) Tbk, di pre-bench pembongkaran batuan interburden B2C dilakukan dengan menggunakan metode pemboran dan peledakan, dan selanjutnya dilakukan pemuatan dan pengangkutan dengan kombinasi backhoe dan dump truck. Lapisan B2-C terdiri dari dua jenis batuan yaitu claystone dengan ketebalan 10,5 meter dari lapisan batubara C dan selanjutnya sandstone dengan ketebalan 27 meter. Masing – masing batuan mempunyai karakteristik tersendiri yakni claystone; bobot isi (density) 2,1 ton/m³ dan uniaxial compressive strength 7351,47 Kpa, sandstone; bobot isi (density) 2,4 ton/m³ dan uniaxial compressive strength 8005,50 Kpa. Material tersebut tidak bisa digali langsung menggunakan excavator PC 1250 maupun PC 2000 karena digging force kedua alat tersebut sebesar 579 Kpa dan 721 Kpa, sebenarnya dengan uniaxial compressive strength batuan tersebut masih bisa dilakukan ripping, tetapi sudah dalam katagori hard ripplin. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan teori R.L.Ash didapatkan tiga geometri peledakan yang optimum dengan nilai powder factor 0,290 kg/m³ untuk geometri peledakan batuan claystone, 0,401 kg/m³ untuk geometri peledakan sandstone, dan 0,388 kg/m³ untuk geometri peledakan lapisan transisi. Fragmentasi batuan hasil peledakan dengan geometri usulan memperlihatkan perbaikan fragmentas, pada batuan claystone yaitu adanya penurunan 4 % dari 21 % menjadi 17 % fragmenasi yang berukuran lebih 100 cm, untuk geometri usulan pada batuan sandstone dengan penurunan yang sangat signifikan yaitu 17 % dari 25 % menjadi 8 %, dan untuk geometri peledakan usulan pada lapisan transisi ada penurunan dari persentase fragmentasi sebelumnya yaitu sebesar 15 % dari 23 % menjadi 8 persen.

(Kata kunci : Geometri Peledakan, Powder Factor, Fragmentasi)

ABSTRACT

Pit Air Laya Mine PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, exactly in Pre-Bench breaking of interburden B2-C by using drill and blast method, and then continuo loading and hauling are used combination between beckhoe and dump truck. Interburden B2-C has two kind of rocks are clyastone with thick 10,5 meters from coal seam C then Sandstone 27 meters until coal seam B. Each rock has characteristic itself, namely claystone: dencity 2,1 ton/m³ and uniaxial compressive strength 7351,47 Kpa, Sandstone: Dencity 2,4 ton/m³ and uniaxial compressive strength 8005,50 Kpa, These materials are could not direct dig by excavator PC 1250 and PC 2000 because digging force of these two equipments are 579 Kpa and 721 Kpa, actually with that uniaxial compressive strength is still can to do ripping method but into hard ripping class. According to calculation using R.L.Ash Theory is gotten three optimum blasting geometry with powder factor value 0,290 kg/m³ for blasting geometry claystone, 0,401 kh/m³ for blasting geometry sandstone and 0,388 kg/m³. Rock fragmentation of blsting result for blasting geometry suggestion shows betterment fragmentation, upon claystone there are reduction 4 % from 21 % to 17 % for fragmentation size more than 100 cm, for blasting geometry suggestion upon sandstone with significant reduction of rock fragmentation is 17 % from 25 % to 8 %, and for blasting geometry suggestion upon transision layer there are reduction of fragmentation is 15 % from 23 % to 8 %.

(Key Words : Blasting geometry, Powder factor, Fragmentation)

1. PENDAHULUAN

Lokasi peledakan PT Bukit Asam (persero) Tbk di Prebench Pit Tambang Air Laya dengan material yang diledakkan adalah lapisan *interburden* B2C yang ketebalannya antara 25 meter – 40 meter, pada lokasi penelitian ketebalan lapisan *interburden* B2C sebesar 37,5 meter. Lapisan B2C terdiri dari dua jenis batuan yaitu *claystone* dengan ketebalan 10,5 meter dari lapisan batubara C dan selanjutnya *sandstone* dengan ketebalan 27 meter. Masing – masing batuan mempunyai karakteristik tersendiri yakni *claystone*; bobot isi (*density*) 2,1 ton/m³ dan *uniaxial compressive strength* 7351,47 Kpa, *sandstone*; bobot isi (*density*) 2,4 ton/m³ dan *uniaxial compressive strength* 8005,50 Kpa (Laboratorium pengujian mekanika tanah). Material tersebut tidak bisa digali langsung menggunakan *axcavator* PC 1250 maupun PC 2000 karena *digging force* kedua alat tersebut sebesar 579 Kpa dan 721 Kpa, sebenarnya dengan *uniaxial compressive strength* batuan tersebut masih bisa dilakukan *ripping*, tetapi sudah dalam katagori *hard ripping*, berdasarkan penelitian sebelumnya metode pemboran dan peledakan biaya pengupasan per BCM batuan lebih ekonomis dibandingkan dengan menggunakan *ripper* (Roca Novalina).

Setelah operasi pemboran dan peledakan dilakukan banyak dijumpai fragmentasi batuan yang tidak bisa langsung dimuat ke dalam oleh alat gali muat ke alat angkut, sehingga menghambat proses pemuatan dan pengangkutan. Karenanya perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap geometri peledakan yang ada dengan mempertimbangkan jenis batuan yang akan diledakkan, karena batuan yang diledakkan ada dua batuan dan satu lapisan transisi antara keduanya maka geometri peledakan yang diusulkan ada tiga. Ketiga geometri peledakan usulan tersebut perlu dilakukan perhitungan terhadap standar *stemming* dan isian *ANFO* untuk memudahkan dalam operasi peledakan.

Perumusan masalah Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan sebagai berikut; Bagaimana membuat *design* geometri peledakan untuk batuan *claystone*, batuan *sandstone* dan lapisan transisi antara kedua lapisan kedua lapisan tersebut, dan Bagaimana fragmentasi batuan hasil peledakan yang lebih dari 100 cm untuk setiap *design* peledakan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan geometri peledakan yang optimal untuk batuan *claystone*, *sandstone* dan juga untuk lapisan transisi antara *claystone* dan *sandstone*, agar didapatkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang diinginkan.

Berdasarkan masalah yang ada dan tujuan yang ingin kita capai maka perlu merujuk ke beberapa teori peledakan; geometri peledakan mulai dari *burden* (B), *spacing* (S), *stemming* (T), *subdrilling* (J), kedalaman lubang ledak (L).

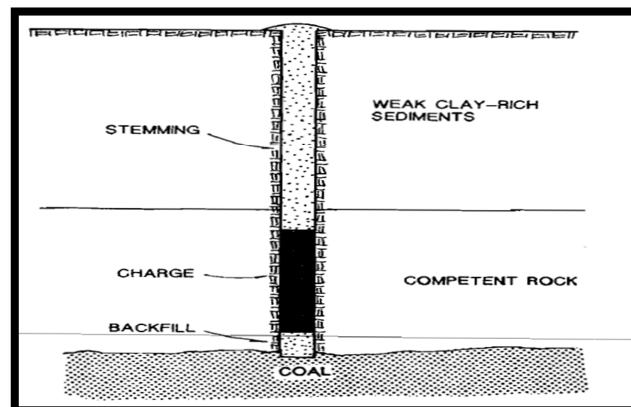
$$B = \frac{K_b \times D_e}{12}$$

$$S = K_s \times B$$

$$T = K_t \times B$$

$$J = K_j \times B$$

Untuk beberapa kasus *subdrilling* tidak digunakan, bahkan pada harus dilakukan *refill*. Kondisi seperti ini diterapkan pada peledakan batuan diatas badan bijih atau lapisan batubara (Gambar 1).



Gambar 1. Peledakan Batuan Diatas Lapisan Batubara

$$L = Kh \times B$$

$$PC = L - T$$

$$L = 5 \times De$$

Konsentrasi Isian (Loading Density (*de*)) merupakan jumlah isian bahan peledak yang digunakan dalam kolom isian (PC) lubang ledak. Untuk menghitung *loading density* dapat digunakan rumusan sebagai berikut :

$$de = 0,508 De^2 (SG)$$

Powder factor (Pf) atau *specific charge* merupakan perbandingan antara jumlah bahan peledak yang digunakan terhadap jumlah batuan yang diledakkan.

$$Pf = E / W$$

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam memecahkan permasalahan adalah dengan menggabungkan antara teori (data skunder) dan data-data lapangan, terutama data yang didapat langsung dari lapangan (data *primer*) sehingga diharapkan dari keduanya didapatkan penyelesaian masalah. Adapun urutan metodologi penelitian ini yaitu Mempelajari buku – buku, *literature* yang membahas tentang permasalahan yang diangkat dalam laporan ini, Seperti skripsi, makalah, jurnal, laporan – laporan perusahaan yang menyangkut masalah pemboran dan peledakan. Data-data tersebut berupa Teori geometri pemboran dan Teori geometri peledakan (Pra-pengamatan lapangan).

Pengamatan Lapangan, melakukan observasi langsung di lapangan tentang kegiatan pemboran dan peledakan yang dilakukan pada tanggal 5 november 2012 sampai dengan 13 desember 2012. Data yang didapatkan dalam pengamatan lapangan dibedakan atas data primer dan data skunder. Data Primer merupakan data yang di dapat dari hasil orientasi dan observasi di lapangan. Data-data primer tersebut adalah Kegiatan pemboran dan peledakan, Geometri peledakan aktual, *Powder factor*, Fragmentasi, Bahan peledak yang digunakan. Data Skunder merupakan dokumen-dokumen penunjang dalam menulis laporan ini, data tersebut berupa: Lokasi dan kesampain daerah, keadaan geologi, stratigrafi dan karakteristik massa batuan, Data curah hujan, Alat gali-muat yang bekerja, Standar *stemming* dan isian *ANFO*.

Pengolahan Data, Data-data baik berupa data sekunder maupun data *primer* yang telah didapatkan selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data. Perhitungan geometri peledakan aktual rata-rata menggunakan metode *statistic*, untuk perhitung ulang geometri peledakan di Pre-bench digunakan metode matematis dengan beberapa *formula*, sehingga didapatkan *design* geometri peledakan yang baru dan untuk perhitungan fragmentasi batuan hasil peledakan rata-rata menggunakan persamaan Kuznetsov, dan untuk distribusi fragmentasi batuan menggunakan persamaan J.konya.

3. PEMBAHASAN

3.1 Geometri Peledakan Aktual

Geometri peledakan yang diamati adalah diameter lubang ledak, *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, *bench high*, *length of drillhole*, *charging*, volume batuan terbongkar, dan *powder factor*. Pengambilan data geometri peledakan aktual dilakukan dengan mengambil nilai rata – rata geometri yang digunakan didapatkan data *burden* 6 meter, *spacing* 7 meter, *stemming* 3,59 meter, *subdrilling* 0 meter, *bench high* 7,1 meter (Tabel 1).

3.1.1 Pola Pengisian Bahan Peledak

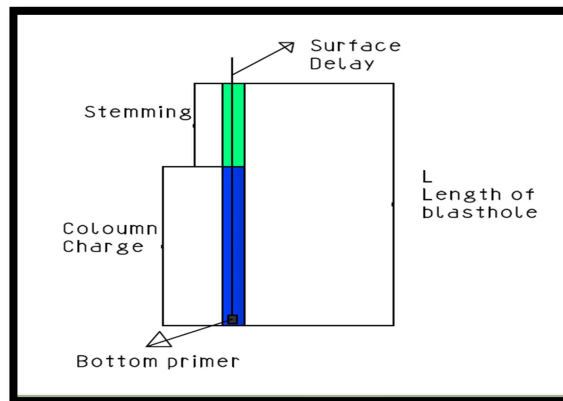
Berdasarkan pengamatan dilapangan pola pengisian bahan peledak pada peledakan *interburden* B2C di Pre-bench termasuk dalam katagori *column loading* (*bottom loading*) karena letak *primer* berada di bawah kemudiaman bahan peledak (*ANFO*) dan terakhir material *stemming* (Gambar 2).

3.1.2 Pola Peledakan

Selanjutnya untuk melakukan penyalaan peledakan menggunakan sistem tunda dengan *delay detonator* dan *surface delay*. Jika semua *surface delay* dan *downline* sudah terhubung, maka tinggal memasang detonator listrik pada *inisation point* kemudian diteruskan dengan menggunakan *lead wire* ke *blasting mechine*.

Tabel 1. Geometri Peledakan Aktual

Geometri Peledakan Aktual	Nilai
Diameter Lubang Bor (Inchi)	6,75
Burden (m)	6
Spacing (m)	7
Stemming (m)	3,59
Subdrilling (m)	0
Bench High (m)	7,1
Length Of Drillhole (m)	7,1
Charging (M)	3,51
Volume Batuan Terbongkar (m ³)	298,2
Powder Factor (kg/m ³)	0,227



Gambar 2. Pola Pengisian Bahan Peledak

3.1.3 Standar *Stemming* dan Isian Bahan Peledak

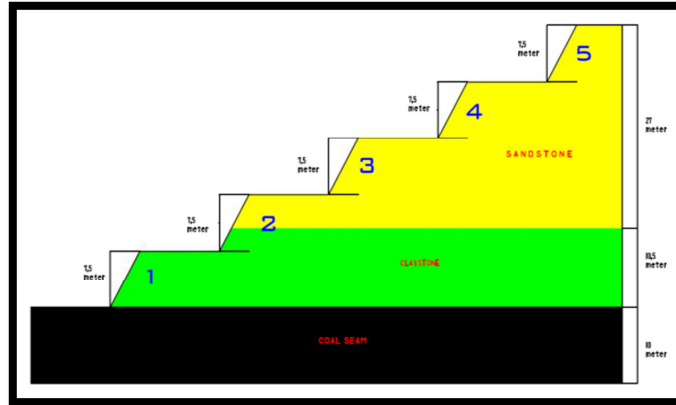
Penetapan standar *stemming* dan isian bahan peledak ini dengan nilai nisba *stemming* (Kt) mulai dari 0,5 sampai dengan 0,65 untuk lubang kering, sedangkan untuk lubang basa nilai nisba *stemming* berkisar dari 0,536 sampai dengan 0,712 (Tabel 2).

Gambar 2. Standar *Stemming* dan Isian ANFO

Depth hole (m)	<i>Stemming</i> Kering (m)	<i>Stemming</i> Basa (m)	Isian Kering (kg)	Isian Basa (kg)
6,9	3,41	3,72	64,51	51,07
7,0	3,45	3,77	65,52	51,87
7,1	3,50	3,82	66,53	52,67
7,2	3,54	3,87	67,54	53,47
7,3	3,59	3,92	68,54	54,26

3.2 Geometri Peledakan Usulan

Operasi peledakan berlokasi di Pit Tambang Air Laya Pre-bench, lapisan yang diledakkan yaitu lapisan *interburden* B2C dengan jenis batuan *claystone* dan *sandstone* (Gambar 3) yang masing – masing mempunyai karakteristik dan ketebalan sendiri, *claystone* dengan ketebalan 10,5 meter diatas *coal seam* dan *sandstone* 27 meter di atas *claystone*.



Gambar 3. Susunan Lapisan Batuan B2-C

Dari hasil perhitungan didapatkan geometri peledakan untuk batuan *claystone* dengan nilai *burden* turun 1,4 meter (terhadap geometri aktual) menjadi 4,6 meter, nilai *spacing* turun 0,5 meter menjadi 6,5 meter, nilai *stemming* naik 0,18 meter menjadi 3,68 meter, nilai *subdrilling* sama – sama nol (untuk peledakan pada lapisan *claystone* ini yang berbatasan dengan *coal seam* C, di isi ulang dengan material *cutting* hingga berjarak 0,3 meter dari *coal seam* C), dan *powder factor* naik 0,063 kg/m³ menjadi 0,290 kg/m³ (Tabel 3).

Tabel 3. Geometri Peledakan Usulan

Geometri Peledakan Claystone	Claystone	Sandstone	Transisi
Diameter Lubang Bor (Inchi)	6,75 inchi	6,75 inchi	6,75 inchi
<i>Burden</i> (m)	4,6 meter	4,3 meter	4,30 meter
<i>Spacing</i> (m)	6,5 meter	6 meter	6 meter
<i>Stemming</i> (m)	3,68 meter	4,3 meter	4,3 meter
<i>Subdrilling</i> (m)	-	1 meter	0,86 meter
<i>Bench High</i> (m)	7,5 meter	7,5 meter	7,50 meter
<i>Length Of Drillhole</i> (m)	7,2 meter	8,5 meter	8,36 meter
<i>Charging</i> (M)	3,52 meter	4,2 meter	4,06 meter
Volume Batuan Terbongkar (m ³)	224,3 m ³	193,5 m ³	193,5 m ³
<i>Powder Factor</i> (kg/m ³)	0,290 kg/m ³	0,401 kg/m ³	0,388 kg/m ³

Geometri peledakan untuk batuan *sandstone* dengan nilai *burden* menurun 1,7 meter menjadi 4,3 meter (terhadap geometri aktual), nilai *spacing* turun 1 meter menjadi 6 meter, nilai *stemming* naik 0,8 meter menjadi 4,3 meter (nilai nisba *stemming* diambil maksimal), nilai *subdrilling* 1 meter dari *subdrilling* aktual 0 meter (Tabel 3).

Geometri peledakan untuk lapisan transisi antara batuan *claystone* dan *sandstone* (Gambar 3) mengadopsi geometri peledakan untuk batuan *sandstone*, perbedaannya terletak pada *subdrilling* yaitu 0,86 meter dari 1 meter, panjang lubang ledak menjadi 8,36 meter dari 8,5 meter, dan *powder factor* turun menjadi 0,388 kg/m³ (Tabel 3)

3.2.1 Pola Pengisian Bahan Peledak

Rancangan pola pengisian bahan peledak pada geometri peledakan ini sama seperti pola pengisian pada geometri peledakan aktual. Pola pengisian bahan peledakan yang direncanakan pada geometri peledakan ini sama dengan pola pengisian bahan peledak yang diterapkan pada geometri aktual.

3.2.2 Pola Peledakan

Secara umum rancangan pola peledakan yang akan diterapkan pada geometri peledakan ini sama dengan pola peledakan pada geometri peledakan aktual. Pola peledakan yang diterapkan sama halnya dengan penerapan pada pola peledakan geometri peledakan usulan batuan *claystone*. Pola pengisian bahan peledakan yang direncanakan pada geometri peledakan ini berbeda dengan pola pengisian bahan peledak yang diterapkan pada geometri aktual, karena pada geometri peledakan ini menerapkan pola pengisian bahan peledakan *deck loading*.

3.2.3 Standar *Stemming* dan Isian ANFO

Standar *stemming* dan isian ANFO untuk geometri peledakan usulan lapisan *claystone*, kedalaman lubang ledak 7,2 meter sebagai acuan, dengan nilai *stemming* yaitu 3,68 meter dengan nisba *stemming* 0,80 (berlaku untuk lubang ledak kering maupun lubang ledak basa) dengan isian ANFO untuk lubang ledak kering 65,12 kg dan untuk isian ANFO lubang ledak basa 51,50 kg (Tabel 4).

Tabel 4. Standar *Stemming* dan Isian ANFO *Claystone*

<i>Depth Hole</i> (m)	<i>Burden x Spacing</i> (4,6 x 6,5)			
	<i>Stemming Kering</i> (m)	<i>Stemming Basa</i> (m)	Isian Kering (kg)	Isian Basa (kg)
7,0	3,59	3,59	63,08	49,89
7,1	3,63	3,63	64,19	50,77
7,2	3,68	3,68	65,12	51,50
7,3	3,73	3,73	66,05	52,23
7,4	3,77	3,77	67,15	53,11

Standar *stemming* dan isian ANFO geometri peledakan usulan lapisan *sandstone*, perhitungan dimulai dari kedalaman lubang ledak 8,5 meter. Untuk lubang ledak dengan kedalaman 8,5 meter isian *stemming* kering dan basa sepanjang 4,30 meter dengan isian ANFO pada lubang ledak kering yaitu 77,7 kg dan isian ANFO lubang ledak basa yaitu 61,45 kg (Tabel 5).

Standar *stemming* dan isian ANFO untuk geometri peledakan usulan lapisan transisi antara *claystone* dan *sandstone* menggunakan metode pengisian bahan peledak *deck loading*. Untuk lubang ledak dengan kedalaman 8,4 meter *top stemming* sepanjang 3,01 meter dan *bottom stemming* sepanjang 1,29 meter isian ANFO lubang kering pada bagian isian atas dan bawah dibuat yaitu masing – masing sebanyak 37,92 kg. (Tabel 6)

Tabel 5. Standar *Stemming* dan Isian ANFO Sandstone

Depth Hole (m)	Burden x Spacing (4,3 x 6)			
	Stemming Kering (m)	Stemming Basa (m)	Isian Kering (kg)	Isian Basa(kg)
7,0	3,70	3,70	61,05	48,28
7,1	3,74	3,74	62,16	49,16
7,2	3,78	3,78	63,27	50,03
7,3	3,83	3,83	64,20	50,77
7,4	3,87	3,87	65,31	51,64

Tabel 6. Standar *Stemming* dan Isian ANFO Transisi

Depth Hole (m)	Burden x Spacing (4,3 x 6)							
	Stemming Lubang Kering (m)		Stemming Lubang Basa (m)		Isian Lubang Kering (kg)		Isian Lubang Basa (kg)	
	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom	Top	Bottom
7,0	3,01	0,69	3,01	0,69	30,53	30,53	24,14	24,14
7,1	3,01	0,73	3,01	0,73	31,08	31,08	24,58	24,58
7,2	3,01	0,77	3,01	0,77	31,64	31,64	25,01	25,01
7,3	3,01	0,82	3,01	0,82	32,10	32,10	25,38	25,38
7,4	3,01	0,86	3,01	0,86	32,65	32,65	25,82	25,82

3.2 Analisis Fragmentasi Batuan dengan Geometri Aktual dan geometri Usulan

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan didapatkan fragemntasi rata – rata (X) yaitu 40,17 cm, dengan indeks keseragaman (n) 0,89 dan Xc yaitu 60,65, dari data tersebut maka distribusi fragmentasi batuan yang berukuran diatas 20 cm (x = 20) adalah sebagai berikut:

$$R = e^{-(x/x_c)^n}$$

$$R = e^{-(20/60,65)^{0,89}}$$

$$R = 0,69$$

R dalam persen adalah 69 %

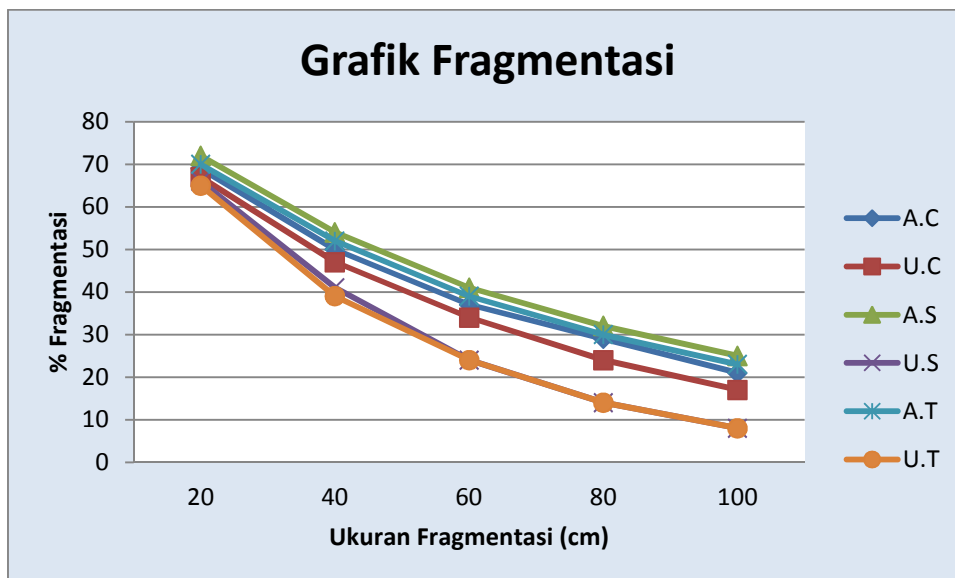
Dengan perhitungan yang sama terdapat 50 % fragmentasi batuan hasil peledakan dengan ukuran 40 cm, 37 % dengan ukuran 60 cm dan 29 % dengan ukuran 80 cm dan 21 % dengan ukuran 100 cm (Tabel 7). Dengan perhitungan sama maka didapatkanlah fragmentasi batuan seperti pada tabel 7 dan gambar 4.

Tabel 7. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Fragmentasi Batuan Claystone Hasil Peledakan				
	Fragmentasi rata-rata (X)	Indeks keseragaman (n)	Xc	Distribusi Fragmentasi R)
A.C	40,17 cm	0,89	60,65	1) x = 20, R = 69%
				2) x = 100, R = 21%
U.C	36,94 cm	0,93	54,8	1) x = 20, R = 67%
				2) x = 100, R = 17 %
Fragmentasi Batuan Sandstone Hasil Peledakan				
	Fragmentasi rata-rata (X)	Indeks keseragaman (n)	Xc	Distribusi Fragmentasi R)
A.S	45,84	0,89	69,21	1) x = 20, R = 72%
				2) x = 100, R = 25%
U.S	31,8 cm	1,13	43,99	1) x = 20, R = 66%
				2) x = 100, R = 8%
Fragmentasi Batuan Transisi Hasil Peledakan				
	Fragmentasi rata-rata (X)	Indeks keseragaman (n)	Xc	Distribusi Fragmentasi R)
A.T	43,01	0,89	64,94	1) x = 20, R = 70%
				2) x = 100, R = 23%
U.T	31,8	1,13	43,99	1) x = 20, R = 65%
				2) x = 100, R = 8%

Keterangan:

A.C : Aktual Claystone, U.C : Usulan Claystone, A.S : Aktual Sandstone, U.S : Usulan Sandstone, A.T : Aktual Transisi, dan U.T : Usulan Transisi.



Gambar 4. Grafik Fragmentasi Batuan

Dari penurunan persentase fragmentasi batuan yang lebih dari 100 cm pada ketiga geometri usulan, mengindikasikan bahwa geometri yang diusulkan untuk masing – masing batuan layak diterapkan pada operasi pemboran dan peledakan lapisan *interburden* B2C di Pit Tambang Air Laya Pre-bench PT Bukit Asam (Persero) Tbk.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari permasalahan yang muncul pada peledakan *interburden* B2C di prebench PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dan dari pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Geometri peledakan yang optimum untuk batuan claystone adalah sebagai berikut:
 - a. *Burden (B)* = 4,6 meter
 - b. *Spacing (S)* = 6,5 meter
 - c. *Stemming(T)* = 3,68 meter
 - d. *Subdrilling(J)* = 0 meter
 - e. *Bench High (H)* = 7,5 meter
 - f. *Coloumn Charge (Pc)* = 3,52 meter
 - g. *Powder factor (PF)* = 0,290 kg/m³
2. Geometri peledakan yang optimum untuk batuan claystone adalah sebagai berikut:
 - a. *Burden (B)* = 4,3 meter
 - b. *Spacing (S)* = 6 meter
 - c. *Stemming(T)* = 4,3 meter
 - d. *Subdrilling(J)* = 1 meter
 - e. *Bench High (H)* = 7,5 meter
 - f. *Coloumn Charge (Pc)* = 4,2 meter
 - g. *Powder factor (PF)* = 0,401 kg/m³
3. Geometri peledakan yang optimum untuk batuan claystone adalah sebagai berikut:
 - a. *Burden (B)* = 4,3 meter
 - b. *Spacing (S)* = 6 meter
 - c. *Stemming(T)* = 4,3 meter
 - d. *Subdrilling(J)* = 0,86 meter
 - e. *Bench High (H)* = 7,5 meter
 - f. *Coloumn Charge (Pc)* = 4,06 meter
 - g. *Powder factor (PF)* = 0,388 kg/m³
4. Dari perhitungan fragmentasi batuan hasil peledakan yang dilakukan secara teori didapatkan perbaikan fragmentasi untuk geometri peledakan usulan pada batuan *claystone* yaitu adanya penurunan 4 % dari 21 % menjadi 17 % fragmenasi yang berukuran lebih 100 cm, untuk geometri usulan pada batuan *sandstone* dengan penurunan yang sangat signifikan yaitu 17 % dari 25 % menjadi 8 %, dan untuk geometri peledakan usulan pada lapisan transisi ada penurunan dari persentase fragmentasi sebelumnya yaitu sebesar 15 % dari 23 % menjadi 8 persen.

5.2. Saran

1. Fragmentasi batuan yang lebih dari 100 cm dianggap boulder karena sudah bisa mengganggu proses pemuatan, sebaiknya dilakukan penghancuran menggunakan *breaker* atau *secondary blasting*.
2. Geometri usulan yang direncanakan akan berjalan dengan baik apabila penerapannya dilapangan sesuai dengan perencanaan artinya operasi peledakan di lapangan harus benar – benar diawasi oleh *blasting supervisor*.
3. Sistem *air compressor* pada alat bor Sanviks D425S, harus dilakukan perbaikan, guna mengoptimalkan kinerjanya dan Pemboran lubang ledak harus dihentikan apabila telah mendekati lapisan batubara, jika sudah mengenai lapisan batubara harus di *refill* sepanjang 0,5 meter di atas lapisan batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ash, R.L, 1990, "*Design of Blasting Round, Surface Mining*", B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploition, Inc. Page. 565-584.
- [2] Jemino, Lopez, Carlos, (1995), "*Drill and Blast of Rock*" Revised and Updated Eddition by A.A Blaskena: Rotterdam, Netherlands.
- [3] Karim, Arifin, (1998), "*Teknik Pemboran*", Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, ITB, Bandung.
- [4] Konya, CJ. and Walter EJ. (1990), "*Surface Blast Design*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [5] Koesnaryo. S., (2001), "*Teori Peledakan*", Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- [6] Rai, Astawa M., (2000), "*Klasifikasi Massa Batuan*", Tim Dana Pengembangan Keahlian Sub Sektor Pertambangan Umum dan Lembaga Pengembangan Masyarakat, ITB, Bandung.
- [7] Sahu, Kumar, Rajat, (2012), "*Application of rippe-dozzer combination in surface mine: its applicability and performance study*", *Departement of Mining Engineering, Nasional Institute of Technology: Rourkela*
- [8] Engin, I,C, (2008), "*Practical Method of Bench Blasting Design for Disired Fragmentation base on Digital Emage processing Technique and Kuz-ram Model*" Afyon Kocatepe University: Turkey.
- [9] Novalina, Roca, (2011), "*Perbandingan Biaya Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Antara Metode Blasting dan Metode Ripping Di MT4 Air Laya Tambang Batubara PT Bukit Asam (Persero) Tbk*", Jurusan Teknik Pertambangan, Universtitas Sriwijya; Palembang.
- [10] Anonim, (2007), "*Specification & Application Hand Book*", Edisi 28, Komatsu, Japan.