

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Karakteristik Batuan

Sifat batuan yang berbeda dan bervariasi di sekitar lokasi peledakan akan berpengaruh terhadap hasil peledakan. Sifat batuan tersebut terdiri dari nilai kuat tekan (UCS), bobot isi batuan, kekerasan serta struktur geologi yang terdapat pada lokasi tersebut. Karakteristik massa batuan tersebut akan mempengaruhi mudah tidaknya batuan untuk diledakkan karena secara langsung batuan bersentuhan dengan proses peledakan berupa transfer energi.

4.1.1 Bobot Isi Batuan

Material penyusun *overburden* di area Pit 3000 disusun oleh material *Claystone*, dan *Siltstone*, *Claystone* memiliki bobot isi sekitar 2,13 – 2,25 ton/m³, *Clayey Siltstone* memiliki bobot isi berkisar 2,23 – 2,57 ton/m³, dan bobot isi *Sandy Siltstone* berkisar 2,23 – 2,39 ton/m³. Bobot isi batuan dalam perhitungan penelitian ini ialah yang digunakan oleh perusahaan yaitu 2,33 ton/m³.

Tabel 4.1
Data Bobot Isi Batuan

Jenis Batuan	Bobot isi Batuan(ton/m ³)		
	Minimum	Maksimum	Rata rata
<i>Clayey Siltstone</i>	2,32	2,63	2,48
<i>Claystone</i>	2,13	2,25	2,19
<i>Silty Claystone</i>	2,17	2,48	2,30
<i>Sandy Siltstone</i>	2,23	2,42	2,35
			2,33

Sumber : Geotech Department TCM

4.1.2 Kuat Tekan Uniaxial Batuan

Berdasarkan laporan sifat fisik dan mekanis batuan yang terdapat pada lokasi penelitian saat dilakukan peledakan didominasi batuan *Claystone* yang berada di pit 3000 blok 3, hasil data dari departemen geotech PT Trubaindo Coal Mining didapatkan rata-rata sebesar 4,03 MPa, nilai UCS batuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Data UCS Batuan

Jenis Batuan	Uji Kuat Tekan Batuan(MPa)		
	Minimum	Maksimum	Rata rata
<i>Clayey Siltstone</i>	2,16	2,34	2,25
<i>Claystone</i>	0,43	1,2	0,82
<i>Silty Claystone</i>	1,43	2,18	1,89
<i>Sandy Siltstone</i>	4,26	23,73	11,15
Rata-rata			4,03

Sumber : Geotech Department TCM

Berdasarkan klasifikasi batuan yang diberikan oleh Protodyakonov, maka batuan yang terdapat pada pit 3000 blok 3 termasuk batuan sangat lemah, hal ini dapat dilihat dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3
Klasifikasi Batuan Berdasarkan Nilai UCS

Classification	UCS (MPa)	Mohs
<i>Very Weak</i>	, <10	1 – 2
<i>Weak</i>	10 – 30	2 – 3
<i>Moderately Weak</i>	30 – 60	3 – 4.5
<i>Moderately Strong</i>	60 – 120	4,5 – 6
<i>Strong</i>	120 – 200	6 – 7
<i>Very Strong</i>	>200	> 7

Sumber : Binieawski (1989)

4.1.3 Rock Mass Description (RMD)

RMD adalah gambaran umum massa batuan yang meliputi kondisi batuan apakah *friable*, *blocky* atau *massive*, penentuannya berdasarkan nilai RQD menggunakan klasifikasi terzaghi (1946) yang terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4
Klasifikasi Batuan Berdasarkan Nilai RQD

Kondisi Batuan	RQD %	RMD
<i>Hard and Intact</i>	95 - 100	<i>Massive</i>
<i>Hard Stratified or schistose</i>	90 - 99	
<i>Massive moderately jointed</i>	85 - 95	
<i>moderately blocky and seamy</i>	75 - 85	<i>Blocky</i>
<i>very blocky and seamy</i>	30 - 75	
<i>crushed but chemically intact</i>	3 -30	<i>friable</i>
<i>sand and gravel</i>	0 – 3	

Sumber : Binieawski (1989)

Untuk mendapatkan nilai RQD berdasarkan jumlah struktur yang terdapat dalam 1 m panjang blok penelitian (λ), pada metode scanline, pengukuran nilai λ dilakukan secara random, yang kemudian perhitungannya menggunakan persamaan Priest & Hudson (1976) (Lampiran I). Nilai RQD yang didapatkan pada lokasi penelitian ini yaitu 73,06 %, dan klasifikasi RMD batuan termasuk *blocky*.

4.2 Kegiatan Pemboran dan Peledakan

Kegiatan pengeboran di pit 3000 blok 3 PT. Trubaindo Coal Mining dilakukan dengan menggunakan mesin bor *Atlas Copco DM-45* dengan diameter mata bor 7 7/8" (200 mm) dan *Bucyrus RD-07* dengan diameter bit 7 7/8" (200 mm).

4.2.1 Preparasi Pemboran

Kegiatan yang dilakukan sebelum pemboran adalah pemasangan bendera pembatas daerah yang akan diledakkan dan pembersihan permukaan yang akan dibor.

1. Pemasangan bendera pembatas

Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengawas dalam mengarahkan operator pada pekerjaan preparasi area yang akan dilakukan pemboran.

Pembersihan area yang akan diledakkan Adapun tujuan dari pembersihan area ini adalah mempermudah jalan masuk dan keluarnya alat bor yang akan

digunakan untuk membuat lubang ledak dan perataan area. Kegiatan pembersihan area yang akan diledakan biasanya dilakukan dengan menggunakan alat mekanik yaitu *bulldozer* (Gambar 4.1).



Gambar 4.1
Perataan Lokasi Pemboran

2. Pemasangan tanda titik bor

Pemasangan tanda bertujuan untuk menginformasikan kepada operator drill mengenai titik yang harus dibor. Tanda tersebut harus disesuaikan dengan *pattern* (*burden* dan *spacing*) yang sudah ditentukan.

Pola pemboran untuk peledakan menggunakan pola *staggered pattern* (pola pemboran selang-seling), karena dengan pola ini area yang tidak terkena energi peledakan lebih kecil sehingga fragmen batuan hasil peledakan akan lebih baik (Gambar 4.2).



Gambar 4.2
Pemboran

4.2.2 Pekerjaan Setelah Pemboran

Adapun pekerjaan setelah pengeboran antara lain :

1. Pengecekan kedalaman aktual lubang bor

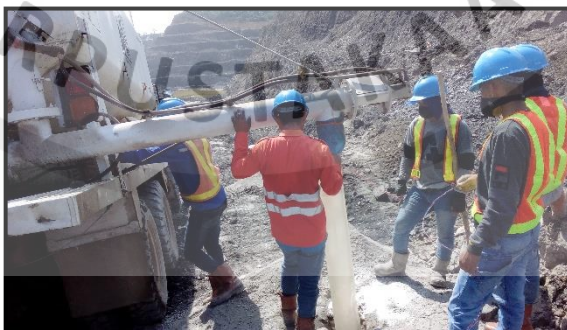
Hal ini bertujuan untuk memberi informasi mengenai kedalaman lubang disetiap lubang bor, pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran.

2. Pengisian aksesoris peledakan

Setelah dilakukan pengukuran kedalaman aktual maka crew blasting menempatkan aksesoris peledakan seperti *powergel*, *in-hole delay*, *surface delay*, dll pada setiap lubang bor.

3. Pengisian bahan peledak (charging)

AN (*Ammonium Nitrate*) yang digunakan di PT. Trubaindo Coal Mining menggunakan produk dari PT. Orica dengan jenis *anoprill*, penggunaan ANFO pada peledakan di pit 3000 blok 3 diaplikasikan pada kondisi lubang basah ataupun kering. Pengisian ANFO dilakukan setelah primer dimasukkan dalam lubang bor, primer yang digunakan ialah *powergel* seberat 500 gram dengan detonator *in-hole delay*, untuk pengisian ANFO menggunakan unit MMU, proses *charging* ANFO pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3
Charging ANFO

4. Pengisian *Stemming*.

Stemming adalah material pada bagian atas lubang ledak untuk menahan gas yang terbentuk selama detonasi berlangsung. Material *stemming* yang

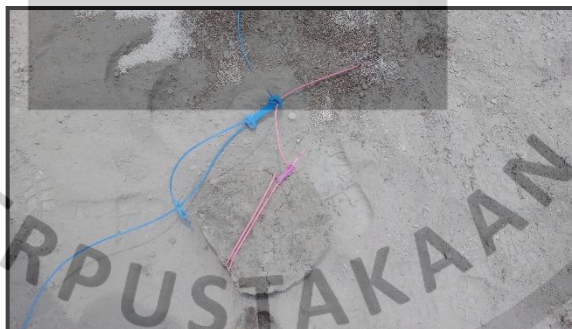
digunakan adalah material hasil pemboran (*drill cutting*), selanjutnya material *drill cutting* yang sudah dimasukkan dipadatkan menggunakan *stick* (Gambar 4.4).



Gambar 4.4
Stemming

5. *Tie Up*

Tie Up adalah perangkaian sumbu peledakan, termasuk mengatur *delay time* tiap lubang ledak dan lubang ledak mana yang pertama kali diledakkan (inisiasi). Desain rangkaian ditentukan berdasarkan jumlah bidang bebas yang ada dan arah pelembaran material hasil peledakan (Gambar 4.5)



Gambar 4.5
Perangkaian *Surface Delay Detonator*.

4.3 Peledakan

4.3.1 Peralatan Peledakan

Peralatan peledakan yang digunakan di Pit 3000 Blok 3 terdiri dari:

- a. Patok, Barikade, Papan Peringatan dan pita, untuk membuat barikade bahwa lokasi tersebut akan dilakukan peledakan.

- b. Cangkul yang digunakan untuk proses *stemming*, yaitu menempatkan *cutting* ke lubang ledak.
- c. MMU, digunakan untuk mengangkat bahan peledak dan di *loading* ke dalam lubang ledak.
- d. *Mobile blasting accesories*, yang digunakan untuk membawa aksesoris peledakan dari gudang menuju lokasi peledakan.
- e. *Blast Ohm meter* digunakan untuk mengecek tahanan dari *Lead wire*.
- f. Blast machine digunakan untuk menginisiasi *electric detonator*.

4.3.2 Perlengkapan Peledakan

Perlengkapan peledakan yang digunakan terdiri dari:

- a. Bahan peledak ANFO
- b. *Lead Wire* digunakan untuk menghubungkan antara *control line* dengan *electric detonator*.
- c. *Powergel* bahan peledak untuk menginisiasi primer.
- d. *Surface delay* dengan waktu tunda yang tersedia 17 ms, 25 ms, 42 ms, 65 ms dan 100 ms.
- e. *In hole delay* dengan waktu tunda 500 ms.
- f. *Electric detonator* digunakan untuk menginisiasi *control line*.

4.3.3 Geometri Peledakan Aktual

Pembuatan suatu rancangan geometri peledakan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan, karakteristik batuan yang akan diledakkan dan jenis bahan peledak yang akan digunakan merupakan unsur yang sangat penting dalam membuat suatu rancangan peledakan. Biaya yang dikeluarkan dalam melakukan peledakan agar dapat seminimal mungkin, getaran dan efek lingkungan akibat peledakan dapat dikontrol, namun tujuan dari peledakan itu sendiri juga harus

terpenuhi untuk mendapatkan fragmentasi yang bagus dan target produktivitas dari alat gali tercapai.

Penentuan geometri peledakan yang digunakan di pit 3000 blok 3 didasarkan pada karakteristik batuan serta secara empirik yaitu berdasarkan hasil peledakan yang telah digunakan sebelumnya, berikut geometri peledakan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Geometri Peledakan Aktual

No	Tanggal	Burden (m)	Spasi (m)	Depth (m)	Stemming (m)	PC (m)
1	1/8/2018	7	8	8,5	4,5	4
2	2/8/2018	7	8	8	4	4
3	4/8/2018	7	8	9	4	5
4	6/8/2018	6,5	7,5	7	3	4
5	7/8/2018	7	8	7,5	3	4,5
6	8/8/2018	7	8	9	4	5
7	9/8/2018	7,5	8	8	4	4
8	10/8/2018	7	8,5	8	3	5
9	11/8/2018	7,5	8	8	4	4
10	13/8/2018	7	8	8	4	4
11	14/8/2018	7	8	8	4	4
12	15/8/2018	7	8	7,5	3,5	4
13	16/8/2018	6,5	8	8,5	4	4,5
14	17/8/2018	7	8	7	3	4
15	18/8/2018	6,5	8	9	5	4
16	19/8/2018	7	8	8	4	4
17	20/8/2018	8	9	8,5	4,5	4
18	21/8/2018	7,5	9	8,5	4,5	4
19	25/8/2018	7	8,5	7	3,5	3,5
20	26/8/2018	7	8	8,5	5	3,5
21	27/8/2018	8	9	9	5	4
22	28/8/2018	7	9	9	5	4
23	29/8/2018	7	9	9	5	4
24	31/8/2018	7	9	8	3,5	4,5

4.3.4 Pola dan Rangkaian Peledakan

Peledakan yang digunakan menggunakan system peledakan tunda, hal ini bertujuan untuk mengurangi getaran pada saat terjadi peledakan. Untuk pola

peledakan yang digunakan disesuaikan dengan kondisi lokasi yaitu adanya *free face*. Pada kondisi *free face* satu digunakan pola *box cut*, sedangkan saat ada 2 *free face* digunakan pola *v-cut*, dan saat lokasi dengan 3 *free face* digunakan *echelon*.

Proses perangkaian dilakukan dengan menyambungkan *tube nonel inhole delay* 500 ms dengan *connector nonel surface* yang ada yaitu *surface delay* 17 ms, 25 ms, 42 ms, 65 ms dan 100 ms. Untuk inisiasi rangkaian nonel menggunakan *electric detonator* yang dihubungkan pada *control line* dari rangkaian nonel.

4.3.5 Kondisi Lubang Ledak Dan Penggunaan Bahan Peledak

Kondisi lubang pada saat peledakan tidak sama, kondisi lubang yang dimaksud ialah lubang keadaan kering dan basah, kondisi lubang basah dapat mempengaruhi hasil dari peledakan, untuk kondisi lubang basah harus dilakukan penanganan khusus diakibatkan bahan peledak jenis ANFO sangat mudah larut dalam air, penanganan yang dilakukan saat penelitian digunakan *plastic liner*.

Pada *plastic liner* diameter yang dimiliki lebih kecil dari diameter lubang ledak, sehingga akan berpengaruh banyaknya isian bahan peledak, perhitungan *loading density* menggunakan tabel *loading density*, pada keadaan lubang ledak basah dengan diameter *plastic liner* 159 mm didapatkan *loading density* sebesar 15,88 Kg/m, sedangkan pada keadaan lubang normal sebesar 25,155 Kg/m dari hasil interpolasi pada tabel *loading density*, perhitungan interpolasi dapat dilihat pada Lampiran C .

Dari hasil perhitungan *loading density* kedua kondisi diatas penggunaan jumlah bahan peledak akan berbeda sehingga *powder factor* yang digunakan terpengaruh karena adanya kondisi lubang ledak basah, jumlah bahan peledak yang digunakan dan *powder factor* aktual dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6
Powder Factor aktual dengan kondisi lubang.

No	Tanggal	Jumlah Lubang ledak	Jumlah Lubang ledak Basah	Berat Handak Kondisi kering (Kg)	Berat Handak Kondisi Basah (Kg)	Berat handak Total (kg)	PF Aktual (Kg/M ³)
1	1/8/2018	104	8	100,62	63,52	10.167,68	0,205
2	2/8/2018	120	12	100,62	63,52	11.629,20	0,216
3	4/8/2018	92	4	125,775	79,4	11.385,80	0,246
4	6/8/2018	30	7	100,62	63,52	2.758,90	0,269
5	7/8/2018	70	45	113,1975	71,46	6.045,64	0,206
6	8/8/2018	80	0	125,775	79,4	10.062,00	0,250
7	9/8/2018	69	4	100,62	63,52	6.794,38	0,205
8	10/8/2018	70	7	125,775	79,4	8.479,63	0,254
9	11/8/2018	70	6	100,62	63,52	6.820,80	0,203
10	13/8/2018	22	5	100,62	63,52	2.028,14	0,206
11	14/8/2018	40	3	100,62	63,52	3.913,50	0,218
12	15/8/2018	80	3	100,62	63,52	7.938,30	0,236
13	16/8/2018	90	5	113,1975	71,46	9.979,09	0,251
14	17/8/2018	64	11	100,62	63,52	6.031,58	0,240
15	18/8/2018	74	9	100,62	63,52	7.111,98	0,205
16	19/8/2018	87	6	100,62	63,52	8.531,34	0,219
17	20/8/2018	78	0	100,62	63,52	7.848,36	0,164
18	21/8/2018	58	0	100,62	63,52	5.835,96	0,175
19	25/8/2018	56	8	88,0425	55,58	4.670,68	0,200
20	26/8/2018	78	0	88,0425	55,58	6.867,32	0,185
21	27/8/2018	62	0	100,62	63,52	6.238,44	0,155
22	28/8/2018	45	0	100,62	63,52	4.527,90	0,177
23	29/8/2018	34	4	100,62	63,52	3.272,68	0,170
24	31/8/2018	45	18	113,1975	71,46	4.342,61	0,191

Berikut contoh perhitungan jumlah bahan peledak (Whandak) dan *Powder Factor* (PF) yang digunakan, perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.

Diketahui :

Powder Column (PC) = 4 m (Tabel 4.5)

Loading density (kering) (LD) = 25,155 Kg/m (Lampiran C)

Volume Peledakan = 49.504 m³ (Lampiran C)

Total Whandak = 10.167,68 Kg (Tabel 4.6)

Maka :

- Whandak perlubang = PC x LD
 = 25,12 Kg/m x 4 m
 = 100,480 Kg
- *Powder Factor* = $\frac{\text{Total Whandak (Kg)}}{\text{Volume Peledakan (m}^3\text{)}}$
 = $\frac{10167,68}{49,504 \text{ (m}^3\text{)}}$
 = 0,205 Kg/m³

4.4 Fragmentasi Geometri Aktual

Salah satu tujuan utama dari kegiatan peledakan adalah untuk memberaikan batuan hingga menghasilkan ukuran atau fragmentasi yang dapat digali dengan menggunakan alat gali - muat. Untuk pengukuran fragmentasi pada penelitian ini menggunakan *software split desktop v-2.0*.

4.4.1 Fragmentasi Aktual dan Teoritis (Kuz-Ram).

Split Desktop Computer Program V-2.0 adalah program computer untuk suatu gambar yang didesain untuk menghitung fragmentasi batuan dengan menganalisa gambar yang dapat dibaca dalam bentuk *grayscale*. Gambar dapat dimasukkan dari foto digital, hasil keluaran dari program *split desktop* ini biasanya berupa grafik distribusi kumulatif selain itu dapat ditampilkan dengan ukuran ayakan material tersebut, dari hasil pengambilan foto hasil peledakan yang kemudian diproses menggunakan *Split Desktop* didapatkan persentase *Boulder* pada tiap geometri peledakan yang dilakukan.

Langkah-langkah untuk melakukan perhitungan distribusi ukuran fragmentasi dengan menggunakan program *split desktop* yaitu :

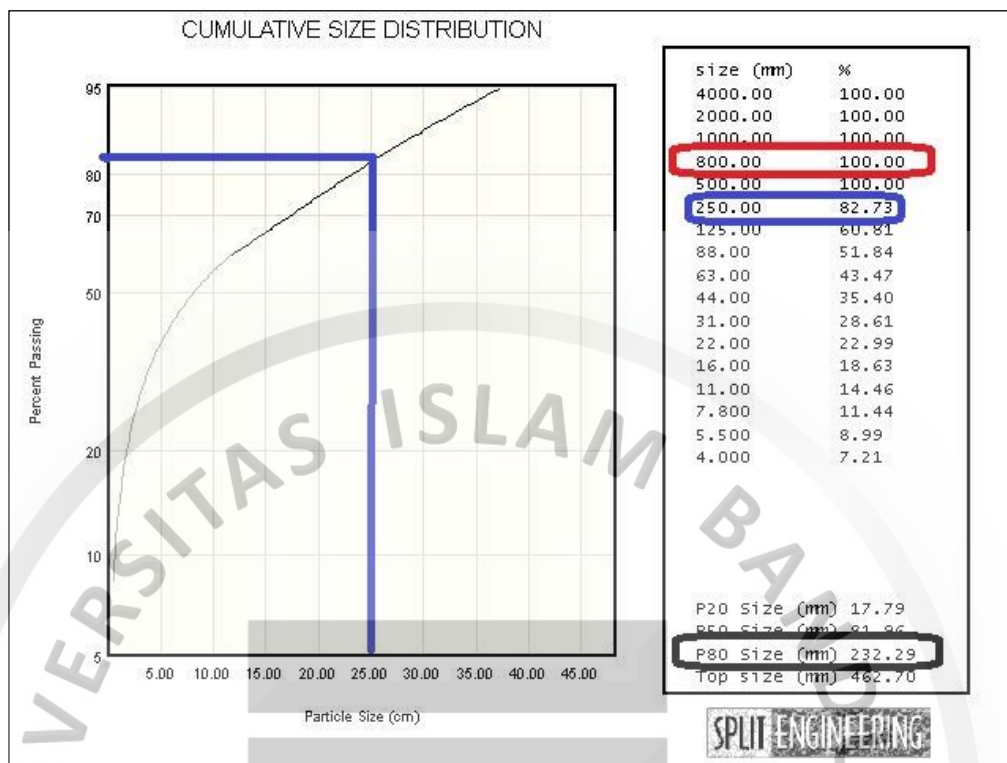
1. menentukan batas dari gambar yang akan dianalisis dan menentukan skala yang digunakan, untuk menentukan distribusi ukuran yang sebenarnya maka dibutuhkan skala sebagai pembanding. Dalam penelitian ini sebagai skala digunakan helm dengan diameter 21 cm.
2. mencari ukuran partikel, ialah di mana program akan mengenali partikel – partikel untuk dianalisis, langkah ini sangat menentukan hasil analisis fragmentasi dari gambar, kekurangan dari program *Split desktop* ini ialah pengaruh cahaya pada hasil foto fragmentasi, untuk mengatasi kekurangan ini dilakukan digitasi secara manual untuk menentukan batas antar partikel, dari hasil digitasi menghasilkan gambar dengan kontur yang terbentuk sebagai batasan antar partikel.
3. Memperbaiki hasil pencarian, langkah ini ditujukan untuk memperbaiki hasil ukuran dari proses pencarian ukuran partikel. Perbaikan ini meliputi penghapusan garis antar partikel yang tidak sesuai dan penghapusan benda pembanding.
4. Perhitungan ukuran, langkah ini dilakukan setelah garis antar partikel telah sesuai kemudian metode perimeter dimana setiap garis antar partikel memiliki koordinat masing-masing, untuk perhitungan ukuran partikel dilakukan dengan ekstrapolasi dan interpolasi skala pembanding yaitu helm.
5. Langkah terakhir ialah menampilkan grafik dan hasil dari perhitungan ukuran, perhitungan ukuran dapat dipilih seperti *Schumann*, dan *Rosin – Ramler*.
6. Grafik tersebut akan memberikan distribusi persentase pada selang ukuran tertentu.

Fragmentasi rata-rata hasil pembacaan *software Split Desktop* pada geometri peledakan aktual dapat dilihat pada Tabel 4.7, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D. Pengambilan data fragmen batuan hasil peledakan dilakukan pada

24 kegiatan peledakan di bulan Agustus 2018, persentase *boulder* terbesar ialah 18,19% dengan nilai PF 0,155 Kg/m³ (27 Agustus 2018), sedangkan persentase *boulder* terkecil sebesar 4,83% dengan nilai PF 0,269 Kg/m³ (6 Agustus 2018). Hasil dari analisa gambar menggunakan program *Split Desktop* berupa kurva distribusi ukuran yang menunjukkan distribusi kumulatif ukuran fragmentasi, nilai P80 dapat diartikan sebagai persentase kelolosan material pada ayakan dengan ukuran tertentu, seperti pada grafik di Gambar 4.8 didapatkan P80 = 232,29 (mm) yang artinya 80% material akan lolos ayakan ukuran 232,29 mm, dan pada tanda merah di Gambar 4.6 dengan size 800 (mm) didapatkan persentase 100%, yang artinya 100% material lolos pada ayakan ukuran 800 mm. Nilai P80 terbesar pada penelitian ini sebesar 857,13 mm (27 Agustus 2018), sedangkan nilai P80 terkecil sebesar 447,27 mm (6 Agustus 2018).

Tabel 4.7
Fragmentasi Aktual Hasil *Split Desktop*.

No	Tanggal	Boulder > 80 cm (%)	P80(mm)	PF (Kg/m ³)
1	1/8/2018	11,95	593,46	0,205
2	2/8/2018	9,88	623,34	0,216
3	4/8/2018	8,37	592,59	0,245
4	6/8/2018	4,83	447,27	0,269
5	7/8/2018	12,32	613,55	0,206
6	8/8/2018	7,25	527,13	0,249
7	9/8/2018	13,39	627,14	0,205
8	10/8/2018	7,95	554,76	0,254
9	11/8/2018	13,07	728,43	0,203
10	13/8/2018	11,08	656,13	0,206
11	14/8/2018	10,04	582,89	0,218
12	15/8/2018	8,98	598,78	0,236
13	16/8/2018	6,00	527,09	0,251
14	17/8/2018	9,46	614,80	0,240
15	18/8/2018	11,40	648,85	0,205
16	19/8/2018	10,34	596,72	0,219
17	20/8/2018	17,46	776,13	0,164
18	21/8/2018	14,11	744,20	0,175
19	25/8/2018	12,88	718,33	0,200
20	26/8/2018	14,04	653,33	0,185
21	27/8/2018	18,19	857,13	0,155
22	28/8/2018	15,34	797,74	0,177
23	29/8/2018	15,88	746,21	0,170
24	31/8/2018	13,67	689,67	0,191



Gambar 4.6
Pengolahan Split Desktop.

Pada perhitungan fragmentasi secara teoritis menggunakan metode Kuz-Ram pada geometri peledakan yang digunakan, hasil fragmentasi dapat dilihat pada Tabel 4.8, dan untuk nilai faktor batuan dapat dilihat pada Lampiran J, ukuran rata – rata atau X_{50} dilambangkan dengan simbol X_m . Dari hasil fragmentasi metode Kuz-Ram didapatkan persentase boulder terbesar ialah pada tanggal 27 Agustus 2018 sebesar 23,124% dengan PF 0,155 Kg/m^3 , sedangkan persentase terkecil sebesar 8,107% dengan PF 0,245 Kg/m^3 pada tanggal 4 Agustus 2018, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran E.

Tabel 4.8
Fragmentasi Teoritis Metode Kuz-Ram

No	Tanggal	PF (Kg/m^3)	Ukuran Rata-rata (cm)	(%) Tertahan (>80 cm)	% Lolos
1	1/8/2018	0,205	50,483	13,594	86,406
2	2/8/2018	0,216	49,106	13,637	86,363
3	4/8/2018	0,245	44,868	8,107	91,893
4	6/8/2018	0,269	42,092	10,516	89,484

Lanjutan Tabel 4.8

No	Tanggal	PF (Kg/m ³)	Ukuran Rata-rata (cm)	(%) Tertahan (>80 cm)	% Lolos
5	7/8/2018	0,206	51,025	16,277	83,723
6	8/8/2018	0,249	44,410	7,779	92,221
7	9/8/2018	0,205	51,900	16,526	83,474
8	10/8/2018	0,254	44,528	9,787	90,213
9	11/8/2018	0,203	52,247	16,796	83,204
10	13/8/2018	0,206	50,687	14,879	85,121
11	14/8/2018	0,218	48,810	13,406	86,594
12	15/8/2018	0,236	46,743	13,040	86,960
13	16/8/2018	0,251	43,490	7,463	92,537
14	17/8/2018	0,240	46,616	14,237	85,763
15	18/8/2018	0,205	49,216	10,711	89,289
16	19/8/2018	0,219	48,740	13,351	86,649
17	20/8/2018	0,164	61,310	23,124	76,876
18	21/8/2018	0,175	57,665	19,624	80,376
19	25/8/2018	0,200	52,649	18,455	81,545
20	26/8/2018	0,185	53,975	16,481	83,519
21	27/8/2018	0,155	63,272	23,989	76,011
22	28/8/2018	0,177	55,837	16,460	83,540
23	29/8/2018	0,170	57,430	17,856	82,144
24	31/8/2018	0,191	53,639	16,644	83,356

4.5 Pengamatan *Digging Time* Alat Gali-Muat.

Setelah proses peledakan, selanjutnya material hasil peledakan akan digali dan dimuat oleh alat gali muat untuk dipindahkan ke lokasi timbunan. Hasil peledakan yang baik merupakan faktor yang penting dalam meningkatkan produktivitas alat gali muat. Semakin optimal fragmentasi batuan hasil peledakan maka akan semakin mudah alat gali muat tersebut untuk menggalnya dan sebaliknya. Alat gali muat yang diamati dalam penelitian ini adalah *backhoe* dengan jenis Komatsu PC 1250, yang merupakan milik kontraktor PT Trust, spesifikasi alat gali muat yang digunakan dapat dilihat dalam Lampiran A.

Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali muat adalah lamanya alat tersebut dalam melakukan penggalian (*digging time*). *Digging time* merupakan waktu yang dibutuhkan oleh alat gali muat mulai dari gigi gali kontak

ke batuan sampai mangkuk terisi dan posisi mulai terangkat, hasil pengamatan *digging time* dapat dilihat pada Lampiran F, pada penelitian ini didapatkan *digging time* terlama sebesar 11,70 detik pada PF sebesar 0,155 Kg/m³, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9
Digging Time PC1250

No	Tanggal	Digging Time (s)	Boulder >80 cm(%)	P80(mm)	PF (Kg/m ³)
1	1/8/2018	9,89	11,95	593,46	0,205
2	2/8/2018	9,51	9,88	623,34	0,216
3	4/8/2018	8,89	8,37	592,59	0,245
4	6/8/2018	8,45	4,83	447,27	0,269
5	7/8/2018	10,18	12,32	613,55	0,206
6	8/8/2018	8,69	7,25	527,13	0,249
7	9/8/2018	10,39	13,39	627,14	0,205
8	10/8/2018	8,74	7,95	554,76	0,254
9	11/8/2018	10,48	13,07	728,43	0,203
10	13/8/2018	9,92	11,08	656,13	0,206
11	14/8/2018	9,61	10,04	582,89	0,218
12	15/8/2018	9,18	8,98	598,78	0,236
13	16/8/2018	8,63	6,00	527,09	0,251
14	17/8/2018	9,43	9,46	614,80	0,240
15	18/8/2018	9,83	11,40	648,85	0,205
16	19/8/2018	9,72	10,34	596,72	0,219
17	20/8/2018	11,14	17,46	776,13	0,164
18	21/8/2018	10,78	14,11	744,20	0,175
19	25/8/2018	10,11	12,88	718,33	0,200
20	26/8/2018	10,74	14,04	653,33	0,185
21	27/8/2018	11,70	18,19	857,13	0,155
22	28/8/2018	10,93	15,34	797,74	0,177
23	29/8/2018	11,04	15,88	746,21	0,170
24	31/8/2018	10,59	13,67	689,67	0,191

Produktivitas alat gali muat akan sangat bergantung terhadap lama atau cepatnya *cycle time*, sedangkan *cycle time* dengan dihubungkan terhadap material galian bergantung pada *digging time*. Semakin rendah *digging time* maka akan semakin besar produktivitasnya, data waktu edar diperoleh dari hasil pengamatan di

lapangan (Lampiran F). Untuk data *bucket factor* hasil peledakan diperoleh dari referensi Komatsu *Hand book*, Sedangkan nilai efisiensi kerja didapatkan dari departemen *pit control* PT Mitra Alam Persada, dan nilai *swell factor* didapatkan dari PT MAP *survey department*, untuk nilai masing-masing faktor ialah sebagai berikut

Bucket factor = 80 %

Efisiensi kerja = 77,4 %

Swell factor = 78 %

Berdasarkan perhitungan (lampiran G) maka nilai produktivitas alat gali muat secara teoritis dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10
Produktivitas PC 1250

No	Tanggal	DigTime (s)	CycleTime (s)	Produktivitas (m ³ /jam)	P80(mm)	(%) Boulder > 80 cm
1	1/8/2018	9,89	22,11	526,939	593,46	11,95
2	2/8/2018	9,51	22,43	519,451	623,34	9,88
3	4/8/2018	8,89	21,60	539,323	592,59	8,37
4	6/8/2018	8,45	21,27	547,674	447,27	4,83
5	7/8/2018	10,18	22,82	510,587	613,55	12,32
6	8/8/2018	8,69	21,53	541,018	527,13	7,25
7	9/8/2018	10,39	23,13	503,757	627,14	13,39
8	10/8/2018	8,74	21,58	539,712	554,76	7,95
9	11/8/2018	10,48	23,54	494,931	728,43	13,07
10	13/8/2018	9,92	21,84	533,470	656,13	11,08
11	14/8/2018	9,61	22,66	514,178	582,89	10,04
12	15/8/2018	9,18	21,96	530,498	598,78	8,98
13	16/8/2018	8,63	21,60	539,381	527,09	6,00
14	17/8/2018	9,43	22,08	527,583	614,80	9,46
15	18/8/2018	9,83	22,85	509,835	648,85	11,40
16	19/8/2018	9,72	22,79	511,177	596,72	10,34
17	20/8/2018	11,14	24,41	477,303	776,13	17,46
18	21/8/2018	10,78	23,73	490,996	744,20	14,11
19	25/8/2018	10,11	22,92	508,329	718,33	12,88
20	26/8/2018	10,74	23,40	497,780	653,33	14,04
21	27/8/2018	11,70	25,17	462,828	857,13	18,19
22	28/8/2018	10,93	23,93	486,838	797,74	15,34
23	29/8/2018	11,04	24,15	482,416	746,21	15,88
24	31/8/2018	10,59	23,64	492,838	689,67	13,67

4.6 Geometri Peledakan dan Fragmentasi Teoritis.

4.6.1 Geometri Peledakan Berdasarkan R.L Ash.

Perhitungan geometri peledakan metode R.L Ash menggunakan pendekatan pada ukuran diameter lubang bor, densitas bahan peledak dan densitas batuan yang akan diledakkan, serta memiliki nilai rasio yang berbeda-beda, rasio tersebut berdasarkan pada keadaan tertentu. Perhitungan lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran H, dan untuk nilai geometri peledakannya dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11
Geometri Peledakan Berdasarkan R.L. Ash

Burden (m)	Ks	Spasi (m)	Kt	Stemming (m)	Kj	Subdrilling (m)	Kh	Depth Hole (m)
5,76	1,00	5,76	0,50	2,88	0,30	1,73	1,50	8,64
	1,20	6,91	0,60	3,46			2,00	11,52
	1,40	8,06	0,70	4,03	0,40	2,30	2,50	14,40
	1,60	9,21	0,80	4,61			3,00	17,28
	1,80	10,37	0,90	5,18	0,50	2,88	3,50	20,16
	2,00	11,52	1,00	5,76			4,00	23,04

Pada Tabel 4.11 di atas diketahui kedalaman lubang ledak berdasarkan metode R.L Ash ialah 8,64 m – 23,04 m, akan tetapi kedalaman lubang di lapangan dibatasi kedalaman 10 m, sehingga kedalaman lubang ledak yang digunakan dalam simulasi geometri teoritis R.L Ash ialah 8,64 m.

Untuk mengetahui bahan peledak yang digunakan, perlu dilakukan perhitungan *Loading Density* (LD), hasil perhitungan nilai *Loading Density* didapatkan sebesar 25,155 Kg/m³, selanjutnya *Loading Density* dikalikan *Powder Column* untuk mendapatkan jumlah bahan peledak dalam setiap lubang, berdasarkan perhitungan teoritis dan nilai *powder factor* yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.12

Dari hasil perhitungan pada spasi 1 *burden* atau 5,79 m didapatkan *powder factor* 0,25 – 0,506 Kg/m³, dan pada jarak spasi 6,91 m d didapatkan *powder factor* sebesar 0,21 – 0,42 Kg/m³, nilai PF akan semakin kecil pada nilai spasi yang besar dan semakin panjang *stemming*.

Tabel 4.12
Powder Factor Geometri Peledakan R.L. Ash

Burden (m)	Spasi (m)	Stemming (m)	Subdrilling (m)	Depth Hole (m)	Berat handak (kg/lubang)	Volume (m ³)	PF (kg/m ³)
5,76	5,76	2,88	1,73	8,64	144,868	286,505	0,51
5,76	5,76		2,30	8,64	144,868	286,505	0,51
5,76	5,76		2,88	8,64	144,868	286,505	0,51
5,76	5,76	3,46	1,73	8,64	130,381	286,505	0,46
5,76	5,76		2,30	8,64	130,381	286,505	0,46
5,76	5,76		2,88	8,64	130,381	286,505	0,46
5,76	5,76	4,03	1,73	8,64	115,894	286,505	0,40
5,76	5,76		2,30	8,64	115,894	286,505	0,40
5,76	5,76		2,88	8,64	115,894	286,505	0,40
5,76	5,76	4,61	1,73	8,64	101,407	286,505	0,35
5,76	5,76		2,30	8,64	101,407	286,505	0,35
5,76	5,76		2,88	8,64	101,407	286,505	0,35
5,76	5,76	5,18	1,73	8,64	86,921	286,505	0,30
5,76	5,76		2,30	8,64	86,921	286,505	0,30
5,76	5,76		2,88	8,64	86,921	286,505	0,30
5,76	5,76	5,76	1,73	8,64	72,434	286,505	0,25
5,76	5,76		2,30	8,64	72,434	286,505	0,25
5,76	5,76		2,88	8,64	72,434	286,505	0,25
5,76	6,91	2,88	1,73	8,64	144,87	343,81	0,42
5,76	6,91		2,30	8,64	144,87	343,81	0,42
5,76	6,91		2,88	8,64	144,87	343,81	0,42
5,76	6,91	3,46	1,73	8,64	130,38	343,81	0,38
5,76	6,91		2,30	8,64	130,38	343,81	0,38
5,76	6,91		2,88	8,64	130,38	343,81	0,38
5,76	6,91	4,03	1,73	8,64	115,89	343,81	0,34
5,76	6,91		2,30	8,64	115,89	343,81	0,34
5,76	6,91		2,88	8,64	115,89	343,81	0,34
5,76	6,91	4,61	1,73	8,64	101,41	343,81	0,29
5,76	6,91		2,30	8,64	101,41	343,81	0,29
5,76	6,91		2,88	8,64	101,41	343,81	0,29
5,76	6,91	5,18	1,73	8,64	86,92	343,81	0,25
5,76	6,91		2,30	8,64	86,92	343,81	0,25
5,76	6,91		2,88	8,64	86,92	343,81	0,25
5,76	6,91	5,76	1,73	8,64	72,43	343,81	0,21
5,76	6,91		2,30	8,64	72,43	343,81	0,21
5,76	6,91		2,88	8,64	72,43	343,81	0,21

4.6.2 Fragmentasi Teoritis (Kuz – Ram) Pada Geometri Teoritis R.L. Ash

Perhitungan prediksi fragmentasi metode Kuz - Ram pada geometri peledakan R.L Ash, didapatkan hasil persentase fragmentasi yang baik dengan rentang persentase *boulder* 0 – 14,84 %, pada Tabel 4.13 dapat dilihat persentase fragmentasi dengan ukuran di bawah 80 cm mendekati 100% pada PF sebesar 0,25 – 0,51 Kg/m³, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran I dan untuk faktor batuan pada Lampiran J. Dari hasil perhitungan prediksi fragmentasi model Kuz – Ram pada geometri teoritis (R.L Ash) mendapatkan hasil secara keseluruhan dengan persentase *boulder* di bawah ketentuan perusahaan yaitu 15%, dengan adanya ketentuan lainnya geometri peledakan yang dapat diusulkan untuk digunakan selain dari hasil fragmentasi ialah nilai *powder factor* yang digunakan dibatasi kurang dari 0,2 Kg/m³.

Dari hasil perhitungan prediksi fragmentasi model Kuz – Ram pada geometri teoritis (R.L Ash) mendapatkan hasil hampir secara keseluruhan dengan persentase *boulder* dibawah ketentuan perusahaan yaitu 15%, dengan adanya ketentuan lainnya geometri peledakan yang dapat diusulkan untuk digunakan selain dari hasil fragmentasi ialah nilai *powder factor* yang digunakan dibatasi kurang dari 0,2 Kg/m³, pada Tabel 4.14 dapat dilihat salah satu hasil fragmentasi pada PF kurang dari 0,2 Kg/m³.

Tabel 4.13
Fragmentasi Teoritis pada PF 0,5 – 0,45 Kg/m³

<i>Burden</i> (m)	<i>Spasi</i> (m)	<i>Stemming</i> (m)	<i>Subdrilling</i> (m)	<i>Depth Hole</i> (m)	<i>PF</i> (Kg/m ³)	% (R)
5,76	5,76	2,88	1,73	8,64	0,51	0,00
5,76	5,76		2,30	8,64	0,51	0,00
5,76	5,76		2,88	8,64	0,51	0,00
5,76	5,76	3,46	1,73	8,64	0,46	0,00
5,76	5,76		2,30	8,64	0,46	0,00
5,76	5,76		2,88	8,64	0,46	0,00
5,76	5,76	4,03	1,73	8,64	0,40	0,01

Lanjutan Tabel 4.13

Burden (m)	Spasi (m)	Stemming (m)	Subdrilling (m)	Depth Hole (m)	PF (Kg/m³)	% (R)
5,76	5,76		2,30	8,64	0,40	0,00
5,76	5,76		2,88	8,64	0,40	0,00
5,76	5,76		4,61	1,73	8,64	0,35
5,76	5,76	2,30		8,64	0,35	0,00
5,76	5,76	2,88		8,64	0,35	0,00
5,76	5,76	5,18	1,73	8,64	0,30	0,14
5,76	5,76		2,30	8,64	0,30	0,04
5,76	5,76		2,88	8,64	0,30	0,01
5,76	5,76	5,76	1,73	8,64	0,25	0,59
5,76	5,76		2,30	8,64	0,25	0,24
5,76	5,76		2,88	8,64	0,25	0,07

Tabel 4.14
Fragmentasi Teoritis Pada PF ≤ 0,2 Kg/m³

Burden (m)	Spasi (m)	Stemming (m)	Subdrilling (m)	Depth Hole (m)	PF (Kg/m³)	% (R)
5,76	10,37	4,61	1,73	8,64	0,20	2,18
5,76	10,37		2,30	8,64	0,20	1,24
5,76	10,37		2,88	8,64	0,20	0,57
5,76	10,37	5,18	1,73	8,64	0,17	5,08
5,76	10,37		2,30	8,64	0,17	3,52
5,76	10,37		2,88	8,64	0,17	2,14
5,76	10,37	5,76	1,73	8,64	0,14	10,92
5,76	10,37		2,30	8,64	0,14	8,80
5,76	10,37		2,88	8,64	0,14	6,63
5,76	11,52	4,03	1,73	8,64	0,20	0,27
5,76	11,52		2,30	8,64	0,20	0,09
5,76	11,52		2,88	8,64	0,20	0,02
5,76	11,52	4,61	1,73	8,64	0,18	0,70
5,76	11,52		2,30	8,64	0,18	0,30
5,76	11,52		2,88	8,64	0,18	0,09
5,76	11,52	5,18	1,73	8,64	0,15	1,71
5,76	11,52		2,30	8,64	0,15	0,92
5,76	11,52		2,88	8,64	0,15	0,39
5,76	11,52	5,76	1,73	8,64	0,13	3,88
5,76	11,52		2,30	8,64	0,13	2,53
5,76	11,52		2,88	8,64	0,13	1,42