



GEOMETRI PELEDAKAN BERDASARKAN *ROCK MASS RATING* (RMR) DAN FRAGMENTASI HASIL PELEDAKAN

BLASTING GEOMETRY BASED ON ROCK MASS RATING (RMR) AND BLASTING RESULT FRAGMENTATION

Aprilliana¹, T.Toha², BK. Susilo³

¹Program Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

^{2,3}Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia.

E-mail: ¹adhis_lia@yahoo.com, ²taufik_toha@yahoo.com, ³budhikuswansusilo@gmail.com

ABSTRAK

Peledakan merupakan salah satu metode pembongkaran lapisan batuan. Hasil dari peledakan ini adalah fragmentasi batuan yang berukuran beragam. Salah satu faktor yang mempengaruhi ukuran fragmentasi ini sangat dipengaruhi oleh geometri peledakan. Geometri peledakan sulit untuk dievaluasi karena belum pernah melakukan analisis fragmentasi hasil peledakan menggunakan *software*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi geometri peledakan, Identifikasi kelas massa batuan menggunakan Rock Mass Rating (RMR), dan menganalisis fragmentasi hasil peledakan. Metode identifikasi kelas massa batuan dalam penelitian ini menggunakan metode *rock mass rating* (RMR) meliputi kuat tekan batuan, *rock quality designation* (RQD), jarak diskontinuitas, kondisi diskontinuitas, dan air tanah. Sedangkan fragmentasi hasil peledakan dianalisis menggunakan *software split desktop*. Pada analisis ini foto fragmentasi hasil peledakan di *front* dan di *disposal* diambil langsung sebagai data utama yang menjadi dasar dari analisis ini. Berdasarkan hasil analisis RMR diketahui bahwa batuan yang dibongkar adalah jenis *claystone* dengan *rating* kuat tekan 1, RQD 8, Jarak diskontinuitas 15, kondisi diskontinuitas 0, kondisi air tanah 15. Jadi total *rating* RMR 39 yang berarti batuan ini tergolong batuan jelek atau lunak. data diketahui bahwa batuan yang diledakkan merupakan jenis *claystone* kelas IV yang berarti jelek atau lunak, Hasil analisis fragmentasi hasil peledakan di *disposal* lebih kecil dan seragam dibandingkan dengan fragmentasi di *front*, perbedaan ukuran fragmentasi ini akibat adanya pengaruh dari aktivitas gali muat dan angkut material dari *front* ke *disposal*. Produktivitas excavator sudah sesuai dengan buku panduan yang berarti fragmentasi hasil peledakan sudah baik sehingga geometri peledakan tidak perlu diperbaiki.

Kata kunci: RMR, Peledakan, Splitdesktop

ABSTRACT

Blasting is a method of dismantling rock layers. The result of this blasting is rock fragmentation of various sizes. One of the factors affecting the size of this fragmentation is strongly influenced by the blasting geometry. Blasting geometry is difficult to evaluate because the blasting fragmentation analysis has never been done using software. Things that are the aim of this research, namely evaluation blasting geometry, Rock Mass Rating Identification (RMR), and analysis fragmentation blasting result. The methods of identifying rocks mass classes in this study using the rock mass rating (RMR) method includes rocks compressive strength, rock quality designation (RQD), discontinuity distances, discontinuity conditions, and groundwater. Meanwhile, the analysis of the blasting fragmentation used split desktop software. In this analysis, photos of the blasting fragmentation results at the front and at disposal are taken directly as the main data which is the basis of this analysis. Based on the results of the RMR analysis, it's known that the rock that is dismantled is a type of claystone with a compressive strength rating of 1, RQD 8, a discontinuity distance of 15, a condition of 0 discontinuity, a condition of groundwater 15. So the total rating (RMR) 39 which means this rock is classified as bad or soft rock. The data shows that the blasted rock is a class IV claystone type which means poor or soft, the fragmentation analysis result from the blasting is at disposal are smaller and uniform than the fragmentation on the front, the difference in the size of this fragmentation is due to the influence of the excavation and transport of material from the front. at disposal. The excavator's productivity is in accordance with the guidebook, which means that the fragmentation of the blasting results is good so that the blasting geometry does not need to be improved.

Keywords : RMR, Blasting, Splitdesktop



PENDAHULUAN

Batubara merupakan batuan sedimen yang biasanya diendapkan dalam beberapa lapisan. Lapisan batuan yang berada di atas batubara biasanya disebut dengan *overburden* dan lapisan batuan yang berada dibawah atau diantara lapisan batubara disebut *interburden*.

Sebelum melakukan penggalian batubara, terlebih dahulu dilakukan penggalian pada lapisan tanah penutup (*overburden*). Penggalian ini dapat dilakukan secara langsung (*free digging*) atau dibongkar terlebih dahulu. Untuk material yang lunak seperti *top soil* atau tanah pucuk tentu tidak akan jadi masalah untuk dilakukan penggalian langsung. Akan tetapi pada batuan yang tergolong sedikit keras atau keras, penggalian secara langsung sulit dilakukan karena akan membuat target produksi kecil dan alat gali muat akan cepat aus. Sehingga perlu dilakukan pembongkaran terlebih dahulu untuk mempermudah penggalian.

Pembongkaran lapisan batuan ini biasanya dilakukan dengan dua metode. Pertama menggunakan metode bajak (*ripping*) dan kedua menggunakan peledakan (*blasting*). Metode ini masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan [1].

Penelitian mengenai pembongkaran lapisan batuan menggunakan *ripping* pernah dilakukan [1]. Pada penelitian tersebut hanya membahas mengenai pembongkaran lapisan batuan menggunakan *ripper* dan menganalisis tingkat keausan mata *ripper* tersebut berdasarkan nilai kuat tekan dan komposisi batuannya [1].

Ripping biasanya digunakan pada lapisan batuan yang sedikit keras dan target produksi yang tergolong kecil, sehingga apabila ingin mengejar target produksi yang besar akan dibutuhkan banyak *ripper* dan ini sangat dipengaruhi oleh biaya dan kondisi lapangan. Akan tetapi penggunaan *ripper* dalam pembongkaran lapisan batuan lebih ramah lingkungan [1].

Blasting sangat umum digunakan dalam kegiatan pembongkaran lapisan batuan terutama pada batuan yang keras. Selain dinilai lebih efektif dalam mengejar target produksi yang besar, *blasting* juga memiliki biaya produksi yang lebih ekonomis. Akan tetapi *blasting* sering kali menjadi masalah bagi lingkungan terutama akibat adanya getaran dan batu terbang yang mengganggu warga sekitar.

Langkah awal sebelum dilakukannya peledakan adalah dengan melakukan identifikasi massa batuan yang sering disebut dengan *rock mass rating* (RMR). RMR ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelas massa batuan dan sebagai acuan tahapan selanjutnya dalam parameter geoteknik [2-3]. Dari RMR ini akan diperoleh kelas massa batuan dari kelas 1 sampai kelas 5 diartikan sebagai batuan keras sampai lunak.

Berdasarkan dari data kelas batuan tersebut akan dilakukan tahapan penentuan geometri peledakan [4]. Mulai dari ukuran *burden*, spasi, *steaming*, *subdrilling*, kedalaman dan arah *freeface*. Semakin keras batuan akan membuat ukuran *burden* dan spasi semakin kecil. *Burden* dan spasi merupakan komponen yang ikut menentukan fragmentasi hasil peledakan.

Fragmentasi atau ukuran material hasil peledakan merupakan salah satu indikator geometri peledakan sudah baik atau belum [4]. Banyak metode yang digunakan dalam analisa fragmentasi hasil peledakan salah satunya menggunakan *software split desktop*. Dengan menggunakan *software* ini akan diketahui persentase material hasil peledakan yang dihasilkan.

Beberapa penelitian mengenai peledakan pada tambang batubara pernah dilakukan sebelumnya seperti pada penelitian tentang kajian teknik peledakan di PTBA. Pada penelitian ini juga melakukan kajian teknis untuk meningkatkan hasil peledakan pada tambang batubara namun tidak membahas mengenai fragmentasi hasil peledakannya [5].

Penelitian lainnya yang berjudul Kajian Teknis *Redesign* Geometri Peledakan Untuk Mengurangi *Boulder* Dan Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat Pada Quarry Pussar PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk bertujuan untuk mengurangi *boulder* dengan meredesain geometri peledakan, namun penelitian tersebut dilakukan di tambang batupapur [6].

Penelitian lainnya mengenai *Powder Factor* dan Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-ram di Provinsi Kalimantan Timur. Pada penelitian tersebut dilakukan analisis fragmentasi hasil peledakan menggunakan metode Kuz-ram & belum menggunakan *software* analisis fragmentasi [7].

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengevaluasi geometri peledakan, Identifikasi kelas massa batuan menggunakan *Rock Mass Rating* (RMR), dan menganalisis fragmentasi hasil peledakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. BukitAsam Unit Penambangan TanjungEnim Pit 3 Bangko Barat. Penelitian ini dilakukan selama lebih kurang 30 hari dari tanggal 1 Oktober 2019 sampai 31 Oktober 2019. Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Evaluasi Geometri Peledakan

Pada tahap ini diketahui geometri peledakan aktual yang dipakai di lapangan. Geometri ini menyangkut ukuran *burden*, spasi, dan *steaming*.

Dari data geometri peledakan ini diperoleh fragmentasi hasil peledakan yang nantinya akan dianalisis menggunakan *software split desktop*.

b. Identifikasi Rock Mass Rating (RMR)

Dalam tahapan ini dilakukan pengambilan data yang meliputi:

1. Kekuatan Batuan. Batuan yang menjadi objek penelitian diambil contohnya dari lapangan kemudian dipreparasi di laboratorium. Setelah itu dilakukan pengujian kekuatan batuan menggunakan alat uji kuat tekan batuan (UCS).
2. *Rock Quality Designation*. Hasil dari inti bor merupakan tahap untuk mendapatkan data RQD dimana jumlah total panjang inti bor ukuran lebih atau sama dengan 10 cm dibagi dengan jumlah keseluruhan panjang inti bor dan dikali 100%, maka di dapat data RQD tersebut dengan menggunakan Per.(1).

$$RQD = \frac{\sum \text{rock pieces} \geq 10 \text{ cm}}{\text{Core run total length}} \times 100(\%) \quad (1)$$

3. Jarak Diskontinuitas. Diskontinuitas bisa berupa kekar, sesar, perlapisan dan bidang-bidang lemah

lainnya. Jarak antar bidang lemah yang sama arahnya diukur untuk diketahui jaraknya.

4. Kondisi Diskontinuitas. Kondisi diskontinuitas adalah suatu parameter yang terdiri dari beberapa sub parameter, yaitu kemenerusan bidang *diskontinuity*, lebar rekahan bidang *diskontinuity*, kekasaran permukaan bidang *diskontinuity*, material pengisi bidang *diskontinuity*, dan tingkat pelapukan dari permukaan bidang *diskontinuity*. Dengan melihat kondisi lapangan kita dapat mengklasifikasikannya.
5. Kondisi Air Tanah. Air tanah sangat mempengaruhi lubang bukaan terowongan atau lereng, maka posisi muka air tanah terhadap lubang bukaan sangat penting diperhatikan. Kondisi air tanah bisa dinyatakan secara umum, yakni kering (*dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), menetes (*dripping*), dan mengalir (*flowing*). Dengan melihat kondisi lapangan kita dapat mengklasifikasikannya.

Table 1. Parameter pembobotan *rock mass rating* [8]

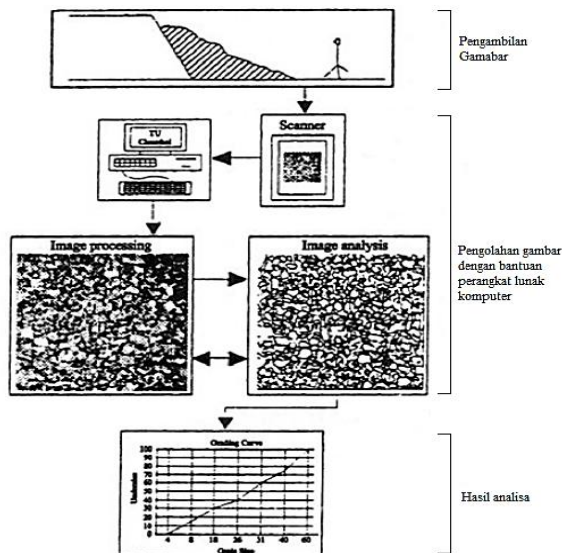
Parameter	Range of Values								
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4 – 10 MPa	2 – 4 MPa	1 – 2 MPa	For this low range uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	>250MPa	100-250MPa	50-100MPa	25-50MPa	5-25MPa	1-5MPa	<1MPa
		rating	15	12	7	4	2	1	0
2	Drill core Quality (RQD)		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	Rating		20	17	13	8	3		
3	Spacing Discontinuities		>2 m	0,6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm		
	Rating		20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surface Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surface Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or gouge < 5 mm thick or separation 1 – 5 mm Continuous	Soft gouge > 5 mm thick or separation > 5 mm Sontinuous		
	Rating		30	25	20	10	0		
5	Ground water	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10 – 25	25 – 125	>125		
		(joint water press)/(major principal)	0	<0,1	0,1 – 0,2	0,2 – 0,5	>0,5		
		General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		
ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATING									
Rating		100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 21			
Class number		I	II	III	IV	V			
Description		Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock			

Dari kelima variabel diatas pada akhirnya dilakukan pembobotan sesuai dengan kaidah RMR yang dikemukakan oleh Bieniawski tahun 1989 di dalam Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia (JRGI) [8]. Jumlah total keseluruhan bobot tersebut akan memberikan informasi mengenai kelas massa batumannya seperti yang terlihat pada Tabel 1.

c. Analisis Fragmentasi Hasil Peledakan

Fragmentasi peledakan dianalisis menggunakan *software split desktop*. Dimana data awalnya berupa foto yang dianalisis menggunakan *software*. Maka dari itu tahap awal dalam analisis ini adalah dengan melakukan pengambilan foto fragmentasi hasil peledakan di *front* dan *disposal*.

Analisis fragmentasi diambil di *front* dan *disposal* dengan tujuan untuk melakukan perbandingan antara fragmentasi di *front* dan di *disposal*. Foto yang telah diambil dimasukkan ke dalam *software split desktop* untuk dianalisis. Hasil dari analisis ini berupa tabel dan grafik analisis (Gambar 1).

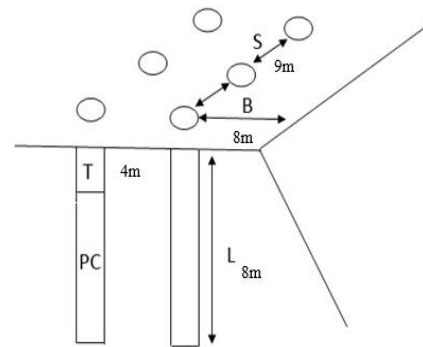


Gambar 1. Proses metode analisis fragmentasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri Peledakan Aktual

Geometri peledakan yang digunakan di lapangan yaitu lubang ledak *vertical* (Gambar 2) dengan kedalaman rata-rata 8 m, *burden* 8 m, *spasi* 9 m, *stemming* 4 m (*stemming ratio* 0,5), diameter 7,785 inchi, *sub drilling* 1 m, tinggi jenjang 8 m, bahan peledak 78kg/lbg, kolom isian, 2,5 m, volume bongkaran 576 bcm, *powder factor* 0,15 kg/bcm . Pola waktu tunda (*delay*) yang digunakan adalah 10 mili detik, yang diterapkan perbaris.



Gambar 2. Geometri peledakan aktual

Identifikasi Kelas Batuan (RMR)

Material yang paling dominan disini adalah *claystone*. Material *claystone* inilah yang akan diberai dengan metode peledakan karena jika dilakukan penggalian secara langsung, waktu edar alat gali muat melebihi batas buku panduan alat [9]. Material yang pada dasarnya lunak ini harus diledakkan dengan alasan optimalisasi penggalian *overburden*. Sebelum mengevaluasi metode peledakan terlebih dahulu harus diidentifikasi karakteristik material ini [10]. Salah satu metode identifikasi material/batuan yang paling sering digunakan dalam geoteknik adalah metode *rock mass rating* (RMR). Hal ini menjadi penting dikarenakan RMR ini akan menjadi acuan dalam penentuan geometri peledakan. Dalam klasifikasi ini terdapat 5 komponen yang dinilai yaitu *Uniaxial Compressive Strength* (UCS), *rock quality designation* (RQD), jarak *diskontinuiti*, kondisi *diskontinuiti*, dan kondisi air tanah.

1. Uniaxial Compressive Strength (UCS)

Berdasarkan dari pengujian sampel di laboratorium, kekuatan batuan *claystone* yang terdapat pada lapisan tanah penutup tambang batubara Bangko Barat Pit 3 PT. Bukit Asam Tbk rata-rata adalah 2.161,50 kPa (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengujian kekuatan batuan *claystone*

Pengujian Ke-	UCS (Minimal) kPa	UCS (Maksimal) kPa
1	213,03	365,19
2	2.011,25	3.447,86
3	1.783,73	3.057,82
4	2.446,41	4.193,85
5	1.551,74	2.660,12
6	2.604,47	4.464,80
7	1.242,50	2.130,00
8	1.656,67	2.840,00
9	824,36	1.413,19
Nilai rata-rata	1.592,68	2.730,32
Nilai Tengah	2.161,50 kPa = 2,16150 MPa	

Hal ini membuktikan bahwa batuan *claystone* ini termasuk pada batuan lunak. Untuk batuan yang memiliki kekuatan batuan 1 – 5 MPa memiliki nilai (rating) 1.

Pengujian kekuatan batuan ini dilakukan di laboratorium geoteknik milik PT. Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali dengan hasil pengujian antara 1,5 MPa sampai 2,7 MPa. Maka batuan ini tergolong batuan lunak. Berdasarkan klasifikasi RMR, apabila hasil pengujian UCS bernilai 1 – 5 MPa maka ratingnya bernilai 1.

2. Rock Quality Designation (RQD)

Berdasarkan dari hasil pengukuran RQD (Pers.1) batuan *claystone* ini diperoleh angka 41,3%. Menurut Deere, batuan yang memiliki nilai RQD 41,3% tergolong batuan yang jelek / buruk (*poor*). Berdasarkan klasifikasi RMR apabila batuan memiliki nilai RQD 41,3%, maka ratingnya sebesar 8 poin.

3. Jarak Diskontinuitas (Kekar)

Berdasarkan dari hasil pengukuran lapangan terhadap batuan *claystone* diperoleh jarak antar *diskontinuitas* 0,6 m, 1 m, 1,5 m dan 2 m. Dalam klasifikasi RMR jarak *diskontinuitas* 0,6 – 2 meter tersebut memiliki *rating* 15.

4. Kondisi Diskontinuitas

Dari hasil observasi lapangan diketahui bahwa kondisi *diskontinuitas* batuan *claystone* ini *soft gouge* (mudah di eksploitasi) dan separasi lebih dari 5 mm serta menerus sepanjang bidang perlapisan batuan tersebut. Sehingga dapat disimpulkan jika *rating* RMR kondisi *diskontinuitas* ini bernilai 0.

5. Kondisi Air Tanah

Untuk kondisi air tanah batuan *claystone* ini keseluruhan kering dan tidak ada aliran sama sekali. Berdasarkan penilaian RMR batuan ini memiliki *rating* 15 poin. Berdasarkan dari 5 komponen penilaian RMR diatas maka diperoleh nilai total dari massa batuan *claystone* ini. Penjelasananya bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rock mass rating (RMR) *claystone*

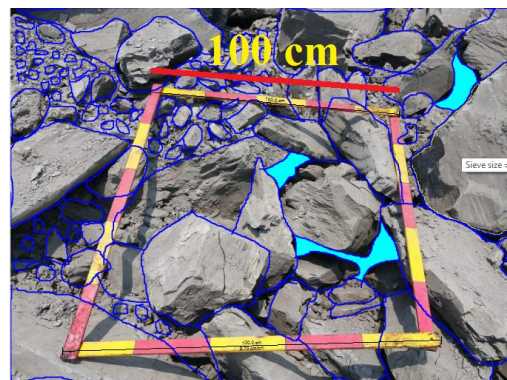
No.	Komponen	Rating RMR
1	Kekuatan Batuan (UCS)	1
2	Rock Quality Designation (RQD)	8
3	Jarak <i>Diskontinuitas</i>	15
4	Kondisi <i>Diskontinuitas</i>	0
5	Kondisi Air Tanah	15
Total		39
Kelas Batuan		IV (empat) / Jelek

Berdasarkan dari identifikasi kelas batuan *claystone* diketahui bahwa batuan *claystone* ini memiliki kelas IV (empat) atau jelek, yang berarti bahwa batuan *claystone* ini tergolong batuan lunak.

Secara teori batuan lunak bisa digali secara langsung, namun karena kondisi alat dan kondisi material (*abrasive*) membuat penggalan secara langsung tidak bisa dilakukan. Jika dipaksakan maka waktu edar (*cycle time*) excavator akan bertambah dan mata *bucket* excavator akan cepat aus dan atau rusak.

Fragmentasi Hasil Peledakan

Jika dilihat fragmentasi hasil peledakan aktual (Gambar 3) yang dihasilkan sangat beragam mulai dari ukuran berukuran halus hingga 75 cm. Sebagai alat atau data yang akan dianalisis menggunakan *software split desktop* adalah skala berupa kayu berbentuk persegi dengan ukuran masing-masing sisi 100 cm atau 1 meter.



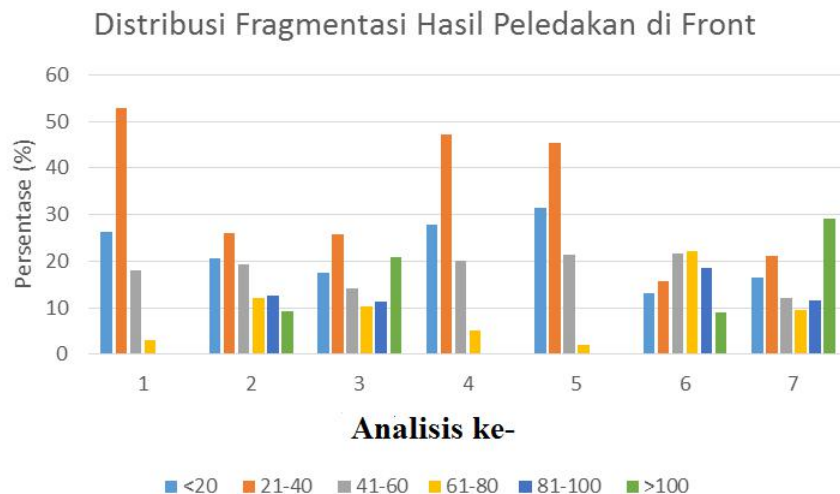
Gambar 3. Fragmentasi hasil peledakan

Penggunaan skala baik menggunakan kayu berbentuk persegi atau *helm* merupakan suatu pilihan dalam pengambilan gambar fragmentasi di lapangan [7]. Namun penggunaan skala kayu atau *helm* harus diketahui ukurannya karena ukuran tersebut akan digunakan dalam analisis menggunakan *software split desktop*. Tanpa diketahui ukuran kayu atau *helm* tersebut maka analisis menggunakan *software split desktop* tidak bisa dilakukan.

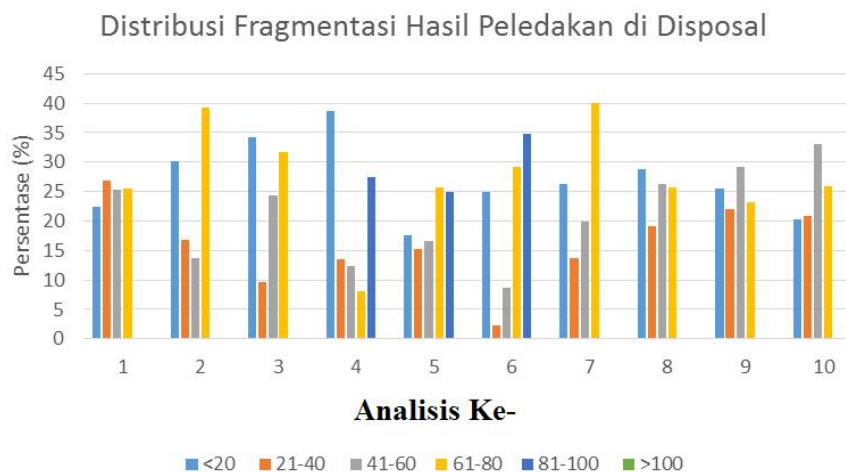
Terdapat beberapa fragmentasi hasil peledakan di *disposal* yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan fragmentasi di *front* yaitu maksimal 100 cm. Ini membuktikan bahwa geometri peledakan aktual yang digunakan sudah baik karena semua material yang peledakan dapat dimuat dan diangkut oleh alat mekanis [7,11]. Dari hasil analisis 7 kali percobaan, distribusi fragmentasi hasil peledakan di *front* (Gambar 4) menunjukkan ukuran rata-rata yang paling dominan adalah 21 – 40 cm sebanyak 33% bahkan pada analisis ke 1 ukuran 21 – 40 cm mencapai 52,86%. Untuk ukuran terbesar diatas 100 cm yaitu rata-rata 9,76 %.

Melihat hasil analisis menggunakan *software split desktop* (Gambar 3) terlihat bahwa ukuran fragmentasi kurang dari 75 cm. Kuran fragmentasi terkecil 10 cm sebanyak 10%. Untuk distribusi fragmentasi hasil peledakan di *disposal* terlihat bahwa tidak ada ukuran yang melebihi 100 cm. Sebaran ukuran rata-rata setiap sekmen ukuran bahkan cenderung sama antara 15,98% - 27,38%. Semakin besar ukuran fragmentasi peledakan membuat waktu gali semakin besar [12].

Perbedaan distribusi fragmentasi hasil peledakan di *front* dan *disposal* ini dipengaruhi oleh aktivitas gali, muat, angkut, dan *dumping*. Ukuran fragmentasi di *front* kelihatannya lebih besar dibandingkan di *disposal* dikarenakan material tersebut setelah diledakkan belum ada pengaruh dari alat mekanis, sedangkan material yang berada di *disposal* sudah dipengaruhi alat mekanis. Inilah kekurangan analisis fragmentasi hasil peledakan menggunakan basis foto. Karena yang terlihat hanya fragmentasi dipermukaannya saja.



Gambar 4. Distribusi fragmentasi hasil peledakan di *front*



Gambar 5. Distribusi fragmentasi hasil peledakan di *disposal*

Berdasarkan dari 10 pengujian (Gambar 5) diketahui bahwa tidak ada ukuran fragmentasi di *disposal* yang melebihi 100 cm. Ukuran 61 – 80 cm adalah ukuran yang paling dominan kemudian diikuti ukuran kurang dari 20 cm. Ini menunjukkan bahwa fragmentasi hasil peledakan yang sudah di *disposal* memiliki keseragaman

dan tidak adanya terbentuk *boulder* atau bongkah besar. Sehingga semua material hasil peledakan dapat digali muat oleh excavator.

Aktivitas gali muat pada proses pemuatan material hasil peledakan ke *dump truck* mengakibatkan terbentuknya fragmentasi sekunder. Fragmentasi sekunder ini



merupakan proses pecahnya batuan hasil peledakan yang dipengaruhi oleh aktivitas pemuatan dari *shovel* ke *dump truck* yang mengakibatkan rekahan-rekahan yang terbentuk menjadi terpisah dan membentuk ukuran fragmentasi baru yang lebih kecil dari ukuran sebelumnya.

Proses pengangkutan dan pembuangan material oleh *dump truck* juga membuat terbentuknya fragmentasi tersier. Fragmentasi tersier ini prosesnya hampir sama dengan fragmentasi sekunder, hanya saja pada fragmentasi sekunder dipengaruhi oleh aktivitas *shovel* dan fragmentasi tersier dipengaruhi oleh aktivitas *dump truck*. Timbunan material hasil peledakan yang berada di atas *dump truck* yang dipengaruhi getaran selama pengangkutan akan membuat material yang lebih kecil mengisi sela-sela bagian bawah *vessel dump truck*, sehingga keseragaman material di atas dan bawah setelah di *disposal* lebih seragam ukurannya dibandingkan dengan di *front*. Hal inilah yang merupakan salah satu kekurangan menggunakan analisis menggunakan *software* yang datanya berasal dari foto [13]. Ukuran fragmentasi hanya terlihat dari bagian permukaan saja.

KESIMPULAN

Setelah dilakukannya pengamatan lapangan, analisis data dan pengujian laboratorium maka kesimpulannya adalah nilai total RMR batuan adalah 39 yang berarti batuan kelas IV (buruk). Tanpa dilakukan pembongkaranpun batuan ini bisa digali langsung dan ukuran geometri tidak terlalu mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan khusus pada batuan lunak.

Hasil analisis fragmentasi hasil peledakan, ukuran fragmentasi terbesar di *front* berukuran 100 - 120 cm sebesar 9,76 %. Ukuran fragmentasi tersebut tidak ditemui di *disposal* yang memiliki ukuran fragmentasi dibawah 100 cm. Ukuran fragmentasi di *front* ini tidak mempengaruhi waktu edar alat gali muat karena *bucket* excavator berukuran lebih besar dari ukuran fragmentasi tersebut. Sehingga produktivitas excavator masih sesuai dengan buku panduan. Maka dari itu secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa geometri peledakan sudah baik dan tidak perlu diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pebrianto, R. dkk. (2014). Evaluation Of Factors Affecting Ripping Productivity In Open Pit Mining Excavation. *Electronic Journal Geotechnical Engineering*.
- [2] H.Wang, H. Lin, P. Cao.(2017). *Correlation of UCS rating with schmidth hammer surface hardness for rock mass classification*. Rock mechanic and rock engineering. Springer.
- [3] Hasanah, N.(2019). Alternatif penentuan UCS batu lempung dari point load strength index dan rebound number schmidth hammer. *Jurnal Geosapta* 5 (2).
- [4] Purwandanu, (2020). Parameter yang mempengaruhi produktivitas peledakan dan sistem shovel dumptruck. *Jurnal pertambangan* 4(2).
- [5] Ghadafi, M. G., S. Komar, dan D. Sudarmono. (2014). Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis *Blastability Index* dan *Digging Rate* Alat Gali – Muat Di Pit MT-4 Tambang Airlaya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik Vol. 3 No 5, Universitas Sriwijaya*.
- [6] Badai, M.A., (2017). Kajian Teknis Redesign Geometri Peledakan Untuk Mengurangi Boulder Dan Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat Pada Quarry Pussar PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk. Universitas Sriwijaya.
- [7] Budiman, A. A., Emi P. U., Muhammad R. A. (2016). Analisis Powder Factor dan Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-ram pada Tambang Batubara di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine Vol. 4 No.2*.
- [8] Hasria. dkk. (2019). Klasifikasi Kualitas Massa Batuan Dengan Metode Rock Mass Rating (RMR) Terhadap Kestabilan Lereng Pada Kecamatan Wolasi, Konawe Selatan, Sulawesi Selatan. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*.
- [9] Balasubramanian, A. (2017). *Rock Blasting For Mining*. Centre for Advanced Studies in Earth Science: University of Mysore.
- [10] Munawir. (2015). Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi *Overburden* Pada Tambang Batubara PT. Pama Persada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine* 1,9 – 13.
- [11] Frianto, R., dkk. (2014). Kajian Teknik Geometri Peledakan Pada Keberhasilan Pembongkaran *Overburden* Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan. *Jurnal Ilmiah Fisika Fmipa Universitas Lambung Mangkurat*.
- [12] Safarudin, dkk. (2016). Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting. *Jurnal JPE-UNHAS*.
- [13] Sereshki, F. (2016). Fragmentation measurement using image processing. Faculty of engineering, petroleum & geophysics engineering, *University of shahrood*. Doi 10.22059/IJMGE.2016.59831