Kajian pengaruh arah peledakan terhadap fragmentasi batuan overburden hasil peledakan berdasarkan Model Kuz-Ram

Study of the effect of blasting direction on fragmentation of blasted overburden rocks based on The Kuz-Ram Model

Ardi Kuswanto[1]*, Eko Santoso[2], Annisa[3]
[1-3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani KM 35,5 Banjarbaru 70714. Telp 0812-5475-6338
e-mail: *[1]**ardikuswanto189@gmail.com**, [2]eko@ulm.ac.id, [3]annisa@ulm.ac.id

ABSTRAK

Distribusi fragmentasi hasil peledakan di daerah penelitian dipengaruhi oleh beberapa faktor ialah jenis material, jenis bahan peledak, jumlah bahan peledak yang digunakan, faktor batuan, dan arah peledakan searah dengan orientasi bidang lemah atau searah dip atau arah peledakan berlawanan dengan orientasi bidang lemah atau berlawanan dip saat peledakkan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengamatan secara langsung seperti keterdapatan join plane spacing (JPS), rock mass description (RMD), joint plane orientation (JPO), specific gravity (SGI), hardnes dan jenis material. Pada penelitian nilai faktor batuan hanya nilai JPO yang memiliki pengaruh sangat besar dalam peledakan. Berdasarkan analisis kajian arah peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan ditetapkan nilai fragmentasi 80 cm ≥ 80% dikatakan ideal, hasil fragmentasi pada 6 lokasi penelitian ialah 91,13%, 89,86%, 86,50% (searah dip) dan 75,43%, 73.82%, 76.82% (berlawanan dip) untuk perhitungan model Kuz-Ram sedangakan pada perhitungan split desktop memiliki hasil fragmentasi 87.06%, 86.67%, 83.40% (searah dip) dan 78.88%, 78.41%, 78.48% (berlawanan dip). Jadi pada 6 lokasi penelitian masih di jumpai hasl distribusi fragmentasi yang kurang bagus dengan ukuran saringan 80 cm ≤ 80%, yaitu pada peledakan yang berlawanan dip.

Kata-kata kunci: join plane, rock mass description, split desktop

ABSTRACT

The distribution of fragmentation of blasting results in the study area is influenced by several factors, namely the type of material, the type of explosives, the amount of explosives used, the rock factor, and the direction of detonation in the direction of the weak plane or in the direction of the blasting opposite to the orientation of the weak or opposite field of dip when detonation. The method used in this study is direct observations such as joining plane spacing (JPS), rock mass description (RMD), joint plane orientation (JPO), specific gravity (SGI), hardnes and material types. In the study of rock factor value, only JPO value has a very large influence in blasting. Based on the analysis of the study of the direction of blasting against the fragmentation of the blasting rock, the fragmentation value of 80 cm ≥ 80% is said to be ideal, the fragmentation results at 6 study sites were 91.13%, 89.86%, 86.50% (in the direction of dip) and 75.43%, 73.82%, 76.82% (opposite dip) for the calculation of the Kuz-Ram model, while in the split desktop calculation it had fragmentation results of 87.06%, 86.67%, 83.40% (unidirectional dip) and 78.88%, 78.41%, 78.48% (opposite dip). So at 6 research sites, there was still a poor fragmentation distribution with a filter size of 80 cm ≤ 80%, namely in the opposite blasting dip.

***Keywords**: join plane, rock mass description, split desktop*

PENDAHULUAN

PT Bina Sarana Sukses merupakan perusahaan kontraktor pertambangan batubara yang bekerja melayani produksi batubara dan pembongkaran *overburden*. Sistem penambangan yang digunakan oleh PT Bina Sarana Sukses adalah sistem tambang terbuka kegiatan penambangannya meliputi pembukaan lokasi tambang dan pembersihan lahan, pengupasan lapisan penutup, penggalian dan pengangkutan batubara. Salah satu kegiatan penambangan yang dilakukan adalah pengupasan atau pembongkaran material *overburden*.

Banyak cara yang dapat dipergunakan untuk membongkar batuan atau material yang bersifat keras tergantung dari mudah tidaknya batuan tersebut untuk di gali atau dibongkar. Apabila batuan susah untuk dibongkar atau digali maka alternatif lainnya yaitu menggunakan metode peledakan. Distribusi fragmen di daerah penelitian dipengaruhi oleh jenis bahan peledak, jumlah bahan peledak yang digunakan, faktor batuan, dan arah peledakan searah dengan orientasi bidang lemah atau searah dip atau arah peledakan berlawanan dengsn orientasi bidang lemah atau berlawanan dip saat peledakkan.

Kegiatan peledakan atau memberaikan batuan serta pengangkutan hasil pemberaian adalah bagian terpenting dari suatu kegiatan penambangan. Material yang bersifat berai cenderung akan lebih mudah digali daripada material yang masih bersifat kompak. Begitu juga dengan ukuran butir yang melebihi luasan *bucket* akan mempengaruhi ruang kapasitas volume *bucket.*

Berdasarkan uraian diatas maka diambillah judul penelitian tugas akhir Kajian Pengaruh Arah Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Over Burden Hasil Peledakan Berdasarkan Model *Kuz-Ram* di *Pit* Warute Utara Pada PT Bina Sarana Sukses *Jobsite* PT Antang Gunung Meratus.

METODOLOGI

Tahapan Kegiatan Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
   Mengumpulkan dan mempelajari kajian pustaka terkait perhitungan distribusi fragmentasi batuan dan mengkaji arah peledakan.
2. Peninjauan Lokasi dan Pengumpulan Data
   a. Data log bor stratigrafi dan data log bor lubang ledak yang digunakan untuk melihat material peledakan dan untuk mengkaji arah peledakan.
   b. *Blast Report* digunakan untuk melihat geometri, pola peledakan, bahan peledak yang dibutuhkan, dan jenis bahan peledak untuk menghitung ditribusi fragmen menggunakan model *KUZ-RAM*.
   c. Data foto fragmentasi digunakan untuk menghitung distribusi fragmentasi secara actual menggunakan *software Split Desktop* 2.0.
3. Pengolahan Data
   a. Menghitung distribusi fragmentasi aktual dan *prediksi KUZ_RAM*
   b. Menentukan arah peledakan.
4. Pembahasan
   Jawaban permasalahan yang diajukan dan penjelasan mengenai hasil pengolahan data dan dibandingkan dengan dasar teori.
5. Kesimpulan dan Saran
   Jawaban secara tegas dan lugas atas rumusan masalah. Saran berisi usulan konkrit serta operasional agar dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai masalah perancangan tambang.

Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data

Penyelasaian penelitian ini menggunakan aplikasi bantu yaitu *software* Split Desktop 2.0 untuk menghitung distribusi fragmentasi batuan secara aktual dan *software Microsoft Exel* 2010 untuk menghitung hasil fragmentasi model *Kuz-Ram*. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan langsung di lapangan untuk mengetahui karakteristik dari wilayah atau tempat yang akan diteliti dan tidak langsung (data yang telah ada dari perusahaan).

Teknik Analisis

Dalam penyusunan laporan penelitian ini akan dibantu dengan data berupa peta, gambar, grafik dan tabel agar memudahkan penyampaian informasi hasil penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Penelitian

Data-data yang telah diperoleh dari perusahaan selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan batasan-batasan yang telah ditentukan untuk menghasilkan distribusi fragmentasi batuan secara actual dan secra model Kuz-Ram, dan menentukan arah peledakan yang diinginkan.

Geometri peledakan

Geometri peledakan menjadi parameter yang sangat penting untuk menentukan tingkat fragmentasi yang didapat. Apabila tingkat fragmentasi masih belum sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka dapat diperbaiki dengan mengubah geometri peledakan hingga diperoleh tingkat fragmentasi yang diharapkan. PT Bina Sarana Sukses menetapakan diameter lubang ledak dan *subdrilling* sebesar 7.875 *inch* dan 0,5-1 meter. Geometri masing-masing lokasi peledakan yang terdapat laporan masalah material *boulder*, dikelompokan berdasarkan *burden* dan spasi dapat dilihat pada tabel-1.

Faktor Batuan

Peledakan berhubungan dengan suatu nilai yang disebut dengan Indeks Kemampuledakan (*Blastability Index*) yang berdasarkan faktor batuan (*Rock Factor*). Nilai dari *Blastability Index* dan *Rock Factor* dapat ditentukan dengan pembobotan beberapa parameter, yaitu *Rock Mass Description* (RMD), *Joint Plane Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Specific Grafity Influence* (SGI) dan *Hardness* (H).

1. *Rock Mass Description* (RMD)

   Rock Mass Description dapat diketahui melalui pengamatan kenampakan massa batuan secara langsung di lapangan. Berdasarkan keadaan di lapangan,dapat disimpulkan bahwa *Rock Mass Description* daerah penelitian adalah *Powdery* (10)
2. *Joint Plane Spacing* (JPS)

   Berdasarkan data pada lampiran B.1, maka didapat rata-rata spasi bidangkekar daerah penelitian sebesar (> 0.1-1). meter yang termasuk ke dalam kelas Intermediet.
3. *Joint Plane Orientation* (JPO)

   Berdasarkan pengamatan di lapangan dimana arah lemparan batuan hasil peledakan searah dengan *dip*, diketahui bahwa orientasi bidang kekar daerah penelitian termasuk *dip out of face* dan *dip into face* dapat dilihat pada lampiran H.
4. *Specific Gravity Influence* (SGI)

   Berdasarkan hasil uji sampel yang dilakukan di Laboratorium pada lampiran didapatkan densitas batuan di daerah penelitian yaitu sebesar 2.15 gr/cm^3. Untuk densitas yang terbesar dan 1.85 gr/cm^3 yang terkecil.
5. *Hardness* (H)

   Nilai kekerasan batuan di daerah penelitian secara rata-rata termasuk memiliki kekerasan yang beragam untuk batuan sandstone memiliki kekerasan 2, claystone 3 dan siltstone 4 dalam skala mohs.

Tabel-1. Geometri Peledakan Aktual

No	Tanggal Peledakan	Location Of	Geometri						
		Blast	L (m)	J (m)	B (m)	S (m)	PC (m)	T (m)	*PF* (Kg/m3)
1	12/4/2017	Roof L1 (RL-21 - RL -7)	7.80	1	7.50	9.00	3.8	3.1	0.188
2	12/5/2017	Roof M2 & Floor M1 (RL 21 - RL -7)	7.60	1	7.50	9.00	3.1	3.5	0.186
3	12/11/2017	Roof M2 (RL 61 - RL 72)	7.90	1	7.50	9.00	3.2	3.7	0.183
4	12/27/2017	Roof,Floor M2 (RL 42 -RL 64)	7.60	1	7.50	9.00	3.0	3.6	0.180
5	12/28/2017	Floor M11 (RL 54 - RL 45)	8.20	1	7.50	9.00	3.5	3.7	0.192
6	12/29/2017	Roof M2 (RL69 - RL 58)	8.20	1	7.50	9.00	3.3	3.9	0.181

Tabel-2. Faktor Batuan

Lokasi	RMD	JPS	JPO	SGI	H	Blastability Index	RF
	Bobot	Bobot	Bobot	Bobot Isi (t/m3)	Moh.s		
4/12/2017	10	20	20	2.05	3	28.375	3.405
5/12/2017	10	20	40	2.12	3	35.75	4.290
11/12/2017	10	20	20	1.94	3	24.625	2.955
27/12/2017	10	20	20	1.85	3	28.00	3.360
28/12/2017	10	20	40	2.15	4	37.625	4.515
29/12/2017	10	20	40	1.85	3	34.625	4.155

Arah Peledakan

Arah peledakan pada 6 lokasi penelitian di area Pit Warute Utara terdapat 3 lokasi yang memiliki arah peledakan *dip out of face* dan 3 lokasi yang meiliki arah dip *dip into face* dapat dilihat pada gambar-1 sampai dengan gambar-6.

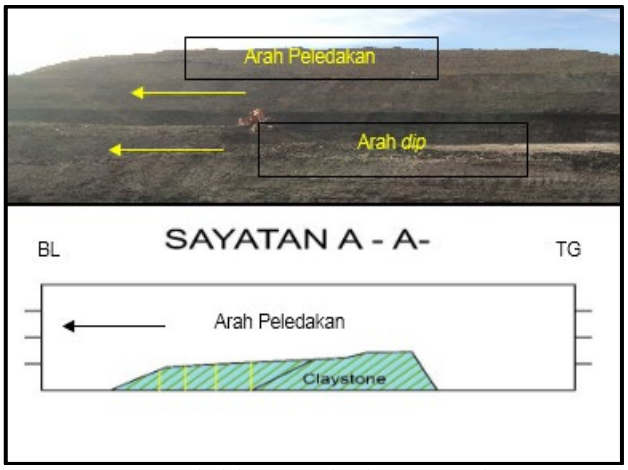
Fragmentasi Peledakan

1. Perhitungan Secara Image Analysis

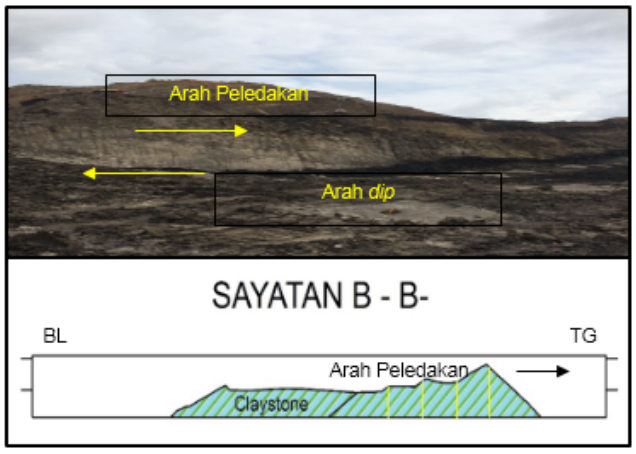
Pengukuran fragmentasi hasil peledakan secara *image analysis* dilakukan menggunakan *software Split Desktop* untuk mendapatkan *cumulative size distribution* fragmentasi hasil peledakan, berikut contoh foto fragmentasi yang diambil setelah kegiatan peledakan dilakukan.

2. Perhitungan Fragmen Batuan Hasil Peledakan secara teoritis

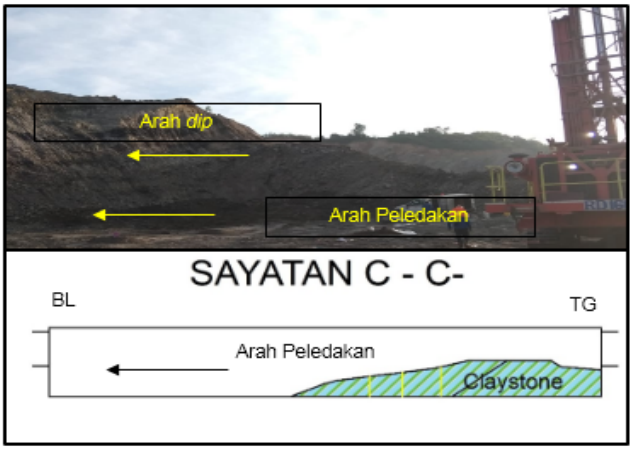
Ukuran fragmen batuan teoritis dihitung dengan menggunakan metode Kuz-Ram berdasarkan dari data-data geometri peledakan, diameter lubang ledak, jumlah penggunaan bahan peledak, volume batuan yang terbongkar dan faktor batuan pada lokasi peledakan serta adanya nisbah spasi burden.



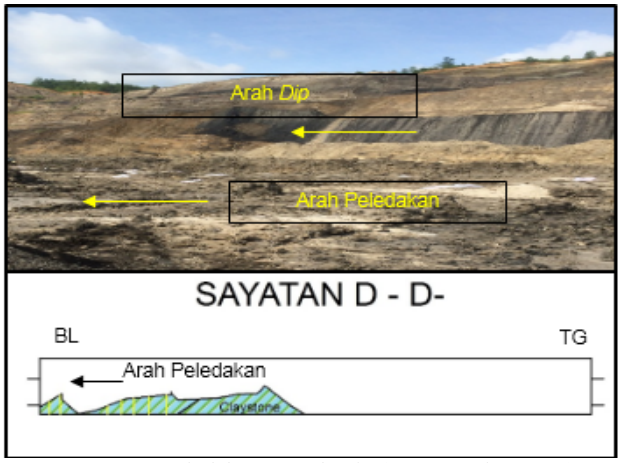
Gambar-1. Peledakan Searah Dip (4 Desember 2017)



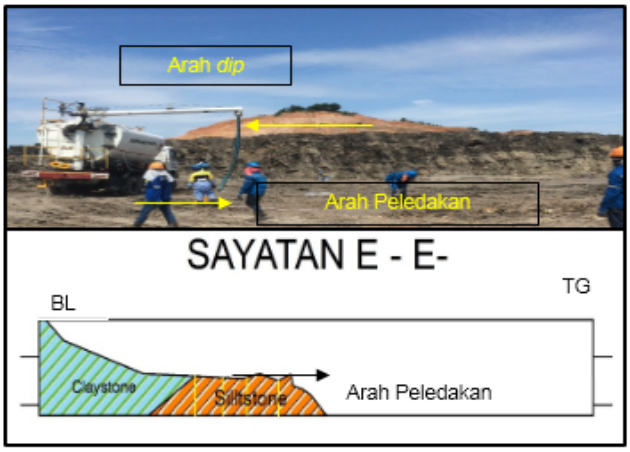
Gambar-2. Berlawanan Dip (5 Desember 2017)



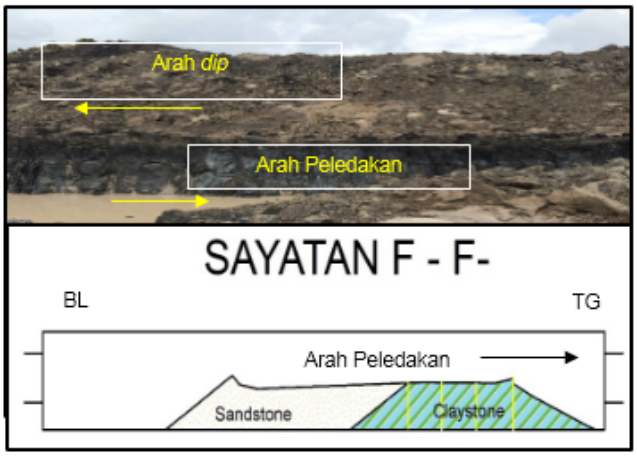
Gambar-3. Peledakan Searah Dip (11 Desember 2017)



Gambar-4. Peledakan Searah Dip (27 Desember 2017)



Gambar-5. Peledakan Berlawanan Dip (28 Desember 2017)



Gambar-6. Peledakan Berlawanan Dip (29 Desember 2017)

Tabel-3. Persentase *Boulder Split Desktop*

Tanggal Peledakan	Lokasi Peledakan	60 - 80 cm	Arah Peedakan
12/4/2017	Roof L1 (RL-21 - RL -7)	91.13%	Searah *Dip*
12/11/2017	Roof M2 (RL 61 - RL 72)	89.86%	
12/27/2017	Roof Floor M2 (RL 42 -RL 64)	86.50%	
12/5/2017	Roof M2 & Floor M1 (RL 21 - RL -7)	75.43%	Berlawanan *Dip*
12/28/2017	Floor M11 (RL 54 - RL 45)	73.82%	
12/29/2017	Roof M2 (RL69 - RL 58)	76.28%	

Tabel-4. Persentase *Boulder* Model *Kuz-Ram*

Tanggal Peledakan	Lokasi Peledakan	*Persentase Boulder* (80 cm)	Arah Peledakan
12/4/2017	Roof L1 (RL-21 - RL -7)	87.06%	Searah *Dip*
12/11/2017	Roof M2 (RL 61 - RL 72)	83.40%	
12/27/2017	Roof Floor M2 (RL 42 -RL 64)	86.67%	
12/5/2017	Roof M2 & Floor M1 (RL 21 - RL -7)	78.88%	Berlawanan *Dip*
12/28/2017	Floor M11 (RL 54 - RL 45))	78.41%	
12/29/2017	Roof M2 (RL69 - RL 58)	78.48%	

Diskusi

Perbandingan Tingkat Fragmentasi Berdasarkan Metode Split Desktop dan Teori Kuzram

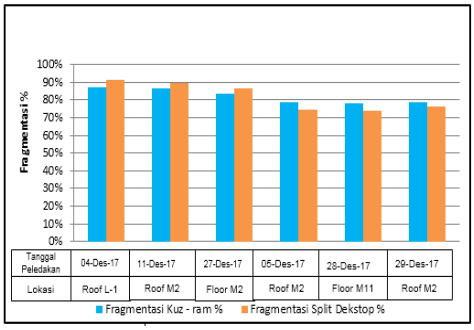
Setelah dilakukan pengolahan data terhadap fragmentasi peledakan aktual dengan software Split Desktop dan secara teoritis menggunakan teori Kuz-Ram dapat dilihat pada gambar-7.

Berdasarkan gambar-7 dapat diketahui bahwa dari kedua perhitungan fragmentasi memiliki hasil rata-rata yang relative sama, ada perbedaan hasil fragmentasi antara fragmentasi *Kuz-Ram* dengan fragmentasi *Slpit Desktop* contoh pada peledakan pada lokasi Roof M11 tanggal 28 Desember 2017 ada perbedaan yang lumayan besar dengan fragmentasi *Kuz-Ram* 78.41% dan fragmentasi *Split desktop* 73.82%. Hal tersebut disebabkan pada fragmentasi split desktop menggunakan data hasil lapangan berupa visual foto yang diolah sedangkan pada fragmentasi *Kuz-Ram* perhitungan fragmmentasi batuan dipengaruhi oleh powder factor dan Faktor Batuan). Jadi dapat disimpulkan bahwa parameter *Kuz-Ram* dengan pembobotan faktor batuan dan *powder factor* sudah sangat mendekati hasil aktual *Split Desktop*.

Analisa Hubungan *Powder factor* Terhadap Arah Peledakan dan *Persentase Boulder* Teori *Kuz-Ram*

Pada penelitian ini juga dapat dianalisa hubungan *powder factor* terhadap arah peledakan dan *persentase boulder* teori kuzram. Nilai *persentase* material *boulder* akan berubah seiring dengan perubahan angka *powder factor* yang digunakan. Pada gambar-8 menyajikan perbandingan hubungan antara *powder factor* terhadap presentase *boulder* split desktop dan teori kuzram.

Berdasarkan gambar-8 dapat diketahui semakin besar angka *powder factor* yang digunakan dengan arah peledakan searah dip, maka akan menghasilkan nilai *persentase* material *boulder* lolos ukuran 80 cm lebih dari 80% dimana nilai tersebut merupakan standar *boulder* dari perusahaan seperti terlihat pada peledakan pada lokasi Floor L-3 yang memiliki angka *pf* 0.188 kg/m^3 maka nilai persentase *boulder* fragmentasi Kuz-Ram 87.06% untuk arah peledakan searah dip, sedangkan pada peledakan di lokasi Roof M2 tanggal 5 Desember 2017 dengan pf 0.186 kg/m^3 maka nilai persentase *boulder* fragmentasi Kuz-Ram(80 cm) 78.88% dengan arah peledakan berlawanan dip. Dengan demikian untuk mengurangi jumlah material *boulder* yang tinggi maka perlu dilakukan perubahan (penambahan) nilai *powder factor* pada geometri peledakan.



Gambar-7. Perbandingan tingkat fragmentasi

Upaya Untuk Meningkatkan Hasil Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Rekomendasi Isian Bahan Peledak

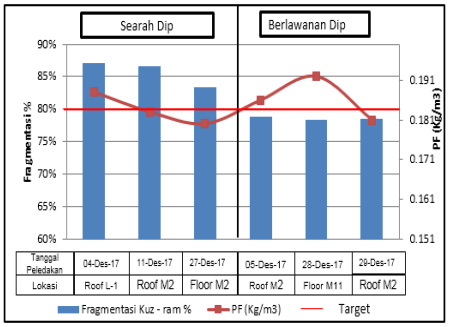
Sebagai masukan kepada perusahaan untuk memperbaiki distribusi fragmen, dilakukan upaya untuk merancang geometri peledakan yang baru dengan menambah isian bahan peledak. Pembuatan rancangan geometri baru menggunakan prediksi model *Kuz-Ram*. Ada 3 lokasi peledakan yang belum optimal hasil peledakannya yaitu pada tanggal 11,28 dan 29 maka perlu dilakukan perubahan rancangan geometri peledakan.

Setelah dilakukan penambahan isian bahan peledak dari ke tiga lokasi peledakan maka akan mendapatkan hasil *persentase boulder* yang lolos ukuran saringan 80 cm diatas 80 % sesuai dengan standar perusahaan, tetapi untuk *powder factor* mengalami kenaikan yang awalnya pada peledakan tanggal 11,28 dan 29 memiliki angka (0.175, 0.179 dan 0.181 kg/m^3) menjadi (0.198, 0.203 dan 0.192 kg/m^3).

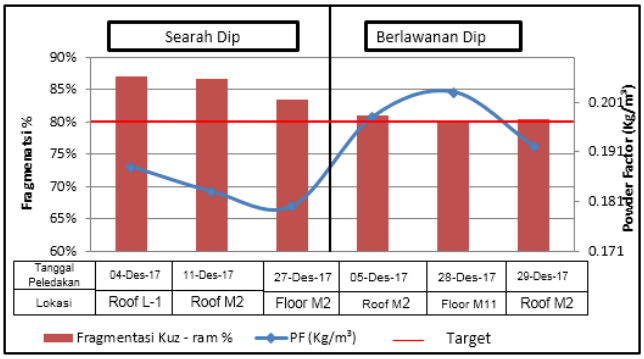
Rekomendasi Arah Peledakan

Sebagai masukan kepada perusahaan untuk memperbaiki distribusi fragmen, dilakukan upaya untuk merancang arah peledakan yang baru. Ada 3 lokasi peledakan yang belum optimal hasil peledakannya yaitu pada tanggal 11,28 dan 29 dengan arah peledakan berlawanan dip, maka perlu dilakukan perbaikan rancangan arah peledakan.

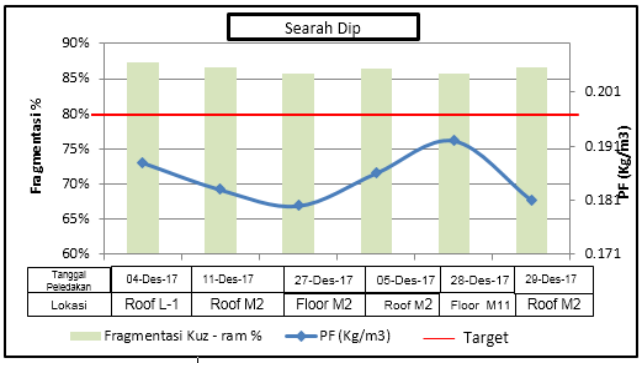
Setelah dilakukan perubahan rancangan arah peledakan yang sebelumnya berlawanan dip atau *dip into face* (40) menjadi arah peledakan searah dip atau dip out of face (20) maka akan mendapatkan hasil *persentase boulder* yang lolos ukuran saringan 80 cm diatas 80 % dengan nilai persentase boulder untuk tanggal peledakan 5, 28 dan 29 sebesar (86,36%, 85,78% dan 86.11%).



Gambar-8. Hubungan *Powder factor* terhadap arah peledakan dan persentase boulder Teori *Kuzram*



Gambar-9. Rekomendasi Isian Bahan Peledak



Gambar-10. Rekomendasi Arah Peledakan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai distribusi ukuran material hasil peledakan pada PT Bina Sarana Sukses, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Peledakan pada PT Bina Sarana Sukses menggunakan geometri *burden* 7.5 m dengan spasi 9 m dengan nilai *PF* rata-rata 0.185 kg/m3. Pada 6 lokasi penelitian memiliki nilai faktor batuan yang relative sama, hasil fragmentasi pada 6 lokasi penelitian yaitu 91,13%, 89,86%, 86,50% (searah dip) dan 75,43%, 73.82%, 76.82% (berlawanan dip) untuk perhitungan model *Kuz-Ram* sedangakan pada perhitungan split desktop memiliki hasil fragmentasi 87.06%, 86.67%, 83.40% (searah dip) dan 78.88%, 78.41%, 78.48% (berlawanan dip). Jadi pada 6 lokasi penelitian masih di jumpai hasl distribusi fragmentasi yang kurang bagus dengan ukuran saringan 80 cm ≤ 80%, yaitu pada peledakan yang berlawanan dip.
2. Perhitungan distribusi fragmentasi mengunakan model *Kuz-ram* dan Split Desktop memiliki nilai fragmentasi yang relative sama. Jadi untuk penentuan faktor batuan pada model *Kuz-ram* sudah sangat mendekati dengan faktor batuan di lapangan dengan selisih rata-rata hasil fragmentasi ialah 3.49%.
3. Arah peledakan pada 6 lokasi penelitian ialah peledakan searah dip (*dip out of face*) dan peledakan Berlawanan dip atau (*dip into face*). Masih di jumpai peledakan yang kurang baik hasil fragmentasinya ialah peledakan yang berlawanan dip (*dip into face*) dengan hasil fragmentasi ukuran saringan 80 cm ≤ 80%. maka dari itu saya ingin merekomendasi arah peledakan, arah peledakan yang diusulkan pada PT Bina Sarana Sukses Jobsite PT Antang Gunung Meratus ialah arah peledakan searah dip (*dip out of face*).

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian, yaitu:

1. Diperlukan analisis distribusi fragmen batuan terhadap penggunaan bahan peledak ANFO
2. Perlu adanya analisis faktor batuan sebelum melakukan proses peledakan sehingga sesuai dengan kebutuhan bahan peledak dan jenis material yang ingin diledakkan.
3. Untuk mendapatkan fragmen yang optimum di usahakan saat peledakan arah lemparannya kearah *dip* atau *dip out of face*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. PT Bina Sarana Sukses yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian pada salah satu blok penambangan yang ada di perusahaan tersebut.
2. Bapak Eko Santoso, M.T. dan Ibu Anissa, M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dalam penyusunan penelitian ini.
3. Berbagai pihak yang telah membantu dalam proses peyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. I. S. Duna, *Panduan Split Desktop*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat, 2010, hal. 1 - 15.

[2] W.A. Hustrulid, *Blasting principles for open pit mining: general design concepts*. Rotterdam: Balkema, 1999.

[3] S. Koesnaryo, *Design Of Rock Blasting*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan, Univ. Pembangunan Nasional Veteran, 2001.

[4] S. Rudianto, "Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan berdasarkan Model Kuzram dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo untuk Menentukan Faktor Batuan di Pit A Selatan – PT Darma Henwa, TBK," Skripsi, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008.

[5] S. Saptono, *Teknik Peledakan*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2006.

[6] G. A. Nilasari, *et al*., "Evaluasi geometri berdasarkan fragmentasi hasil peledakan pada penambangan batugamping di PT Semen Tonasa," *Jurnal Himasapta*, vol. 2, no. 02, 2019.