

PENGARUH STRUKTUR BATUAN PADA HASIL PELEDAKAN BATUGAMPING DI PT PAMA INDO MINING

Teguh Rahayu Novie Sufieawan^{1*}, Uyu Saismana¹, Romla Noor Hakim¹, Gunawan²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

²Foreman Blast and Drill PT Pama Indo Mining

Email : *teguhrns@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT Pama Indo Mining melakukan kegiatan penambangan *Quarry* material limestone. Masalah yang sering timbul pada penambangan adalah adanya rongga – rongga sehingga menyulitkan proses *charging*. Penelitian ini lebih ditekankan pada upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menghasilkan fragmentasi serta arah geometri peledakan yang baik berdasarkan struktur batuan yang terdapat di lokasi penelitian.

Metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahap antara lain perhitungan arah umum kekar, fragmentasi hasil peledakan dengan menggunakan *software* serta korelasi hasil peledakan dari 4 lokasi dengan struktur batuan yang terdapat pada lokasi tersebut.

Dari hasil korelasi struktur batuan dan fragmentasi peledakan diketahui bahwa fragmentasi lolos yang baik terdapat pada lokasi *Quarry Pencil* arah *freeface* N349⁰E yaitu sebesar 91% lolos, ukuran rata – rata 37 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 173⁰ dan 178⁰ atau 7⁰ dan 6⁰. Fragmentasi yang kurang baik terdapat pada lokasi 3B Kanan arah *freeface* N235⁰E yaitu sebesar 80% lolos, ukuran rata – rata 56 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 86⁰ dan 101⁰. Arah peledakan berdasarkan struktur batuan yang ada di daerah penelitian mengikuti arah *free face* yang sudah ada pada *Quarry Disposal, Pencil* dan Bukit 2 masing - masing yaitu N47⁰E, N349⁰E dan N127⁰E. Sedangkan pada *Quarry* 3B Kanan direkomendasikan ke arah N322⁰E sehingga *energy* peledakan akan menyebar lebih efisien dan meminimalkan perpotongan oleh kekar.

Kata Kunci : Arah Peledakan, Kekar, Fragmentasi, *Image Analysis, Kuz-Ram, Rock Factor*

PENDAHULUAN

PT Pama Indo Mining adalah anak perusahaan dari PT Pama Persada Nusantara perusahaan kontraktor dari PT Indocement Tunggal Prakarsa dengan saham 60% dimiliki PT Pama Persada Nusantara dan 40% PT Indocement Tunggal Prakarsa memiliki cadangan batugamping ditambang dengan sistem tambang terbuka (*Quarry*). Perusahaan ini melakukan kegiatan penambangan pada lokasi produksi yaitu *Quarry* Bukit 2, 3B Kiri, 3B Kanan, H.R. Lama, *Disposal, Pencil* dan Clay serta lokasi *development* pada *Quarry Dev. Bukit 1, Dev. Bukit 3 dan Dev. Bukit 1B*.

Masalah yang sering timbul pada penambangan adalah adanya rongga – rongga sehingga menyulitkan proses *charging* yang berujung pada diperolehnya ukuran fragmen hasil *blasting* batugamping yang tidak sesuai dengan ukuran *gate crusher* pada proses pemukiman.

Berdasarkan hal di atas, diperlukan kajian penelitian mengenai struktur batuan di lapangan yang dapat mempengaruhi ukuran fragmen batuan hasil peledakan berdasarkan geometri peledakan yang direncanakan. Penelitian ini lebih ditekankan pada fragmentasi hasil peledakan, faktor-faktor yang mempengaruhi peledakan, dan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menghasilkan fragmentasi serta arah geometri peledakan yang baik berdasarkan struktur batuan yang terdapat di lokasi penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Faktor Geologi Secara Umum Yang Mempengaruhi Peledakan

Faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan seperti faktor geologi patahan, *joint, fracture*, kekerasan, jarak dan orientasi bidang lemah berpengaruh pada hasil peledakan. Sifat Fisik Batuan seperti *Specific Gravity Influence (SGI), Hardness (H)*. Bidang lemah massa batuan

seperti *Rock Mass Description (RMD), Joint Plane Spacing (JPS)* dan *Joint Plane Orientation (JPO)*.

Faktor yang dapat dikendalikan seperti pola pemboran, arah dan kemiringan lubang ledak serta diameter lubang ledak.

$$\bar{X} = A \left(\frac{V_0}{Q_e} \right)^{0,8} Q_e^{0,167} \quad (1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Ukuran Fragmen batuan rata-rata (cm)

A = Faktor Batuan (1 untuk batuan sangat rapuh, 7 untuk batuan menengah, 10 untuk batuan keras dan banyak kekar, 13 untuk batuan sangat keras dan banyak kekar)

V_0 = Jumlah batuan per lubang tembak (B x S x H) dalam m³

Q_e = Berat bahan peledak per lubang ledak Modifikasi *Cunningham* (dalam Konya, 1990 : 134) untuk ANFO:

$$\bar{X} = A \left(\frac{V_0}{Q_e} \right)^{0,8} Q_e^{0,17} \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \quad (2)$$

Keterangan

Q_e = Massa bahan peledak per lubang tembak (Kg)

E = RWS bahan peledak : ANFO = 100, TNT = 115

Untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan, digunakan persamaan *Rossin-Rammler* (dalam Konya, 1990 : 135), yaitu :

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (3)$$

Keterangan:

R = Persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X (cm)

X_c = Karakteristik Ukuran (cm)

X = Ukuran ayakan (cm)

n = Indeks keseragaman

Xc = dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$Xc = \frac{\bar{x}}{(0,693)^{1/n}}$$

(4)

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh *Cunningham* (dalam Konya, 1990 : 136) dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{[A-1]}{2}\right) \left(\frac{PC}{H}\right)$$

(5)

Keterangan:

B = *Burden* (m)

D = Diameter Lubang (m)

W = Standar deviasi dari ketepatan pengeboran (m)

A = Ratio spasi / *Burden*

PC = Panjang Muatan (m)

H = Tinggi Jenjang (m)

Pembobotan Faktor Batuan

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampuledakan atau *Blastability Index* (BI). Faktor batuan atau *Rock Factor* ini digunakan nantinya untuk mendapatkan nilai ukuran rata - rata fragmentasi batuan hasil peledakan. Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh *Lily* (dalam *Hustrulid* 1999 : 107-108) yaitu :

- Rock Mass Description* (RMD)
- Joint Plane Spacing* (JPS)
- Joint Plane Orientation* (JPO)
- Specific Grafity Influence* (SGI)
- Moh's Hardness* (H).

Parameter-parameter tersebut kenyataannya sangat bervariasi. Hubungan antara kelima parameter terhadap BI dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \quad (6)$$

Setelah nilai BI didapatkan kemudian nilai *Rock Factor* dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$RF = BI \times 0,12 \quad (7)$$

Keterangan :

RF = *Rock Factor*

BI = *Blastability Index*

Pengukuran Fragmentasi dengan Metode *Image Analysis*

Metode *Image Analysis* berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmen batuan dengan bantuan *software Gold Size*. *Software* penganalisaan gambar ini digabungkan antara teoritis *kuz-ram* dengan aktual fragmentasi di lapangan. Pada penelitian ini *software* digunakan untuk membantu menganalisis teoritis *kuz-ram* dan gambar fragmen material hasil peledakan, hasilnya berupa grafik prosentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan.

Tabel-1. Pembobotan Massa Batuan Untuk Peledakan

Parameter	Pembobotan
1. <i>Rock Mass Description</i> (RMD) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Powdery /friable</i> • <i>Blocky</i> • <i>Totally massive</i> 	10 20 50
2. <i>Joint Mass Description</i> (JPS) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Close</i> (<i>Spasi</i> < 0,1 m) • <i>Intermediate</i> (<i>spasi</i> 0,1 – 1 m) • <i>Wide</i> (<i>spasi</i> >1 m) 	10 20 50
3. <i>Joint Plane Orientation</i> (JPO) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizontal</i> • <i>Dip out of face</i> • <i>Strike normal to face</i> • <i>Dip into face</i> 	10 20 30 40
4. <i>Specific Gravity Influence</i> (SGI) 25 x Densitas(1,87) – 50	
5. <i>Hardness</i> (H) Skala mohs	1 – 10

Kelebihan *software* adalah sebagai berikut :

- Dapat membaca file dengan format *Windows BMP*.
- Mengambil gambar dari video (*video capture*).
- Peralatan edit gambar (*image editing tools*).
- Menggunakan ukuran ayakan yang bisa disesuaikan, Hasil berupa grafik distribusi ukuran butir yang bisa disesuaikan.
- Bisa *input* data prediksi fragmentasi teori *kuz-ram*.

Terdapat mekanisme untuk mengunduh gambar dari kamera digital ke dalam komputer. Karena *software* penganalisaan gambar yang digunakan dalam penelitian ini hanya mendukung file berupa foto dengan format *BMP*, gambar yang diperoleh dengan menggunakan kamera biasanya berupa *JPEG* maupun *PNG*, untuk itu hasil foto yang kita dapat diubah atau *convert* terlebih dahulu ke format *BMP* menggunakan aplikasi edit foto. Setelah diubah ke dalam format tersebut kemudian dapat digunakan dalam *software*. Unsur – unsur terkait yaitu :

- Fragmen batuan
Fragmentasi batuan hasil proses peledakan di lapangan dengan ukuran beragam.
- Foto digital
Foto digital diambil di tiap lokasi peledakan dengan banyak pengambilan foto lima kali pengambilan untuk satu lokasi.
- Perangkat Komputer
Digunakan untuk menganalisa foto fragmentasi hasil proses peledakan yang telah dilakukan di lapangan.
- Hasil analisis
Hasil analisis berupa grafik prosentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

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).

Tabel-2. Pembobotan *Blastability Index*

Parameter	Kondisi di Lapangan	Pembobotan
<i>Rock Mass description</i> (RMD)	<i>Blocky</i>	20
<i>Joint Plane Spacing</i> (JPS)	<i>Wide</i> (spasi >1 m)	50
<i>Joint Plane Orientation</i> (JPO)	<i>Dip Into Face</i>	40
<i>Specifik Grafity Influence</i> (SGI)	25 x SG - 50	-3,25
<i>Hardness</i> (H)	Skala <i>Moh's</i>	3

* Diketahui SG = 1,87 ton/m³

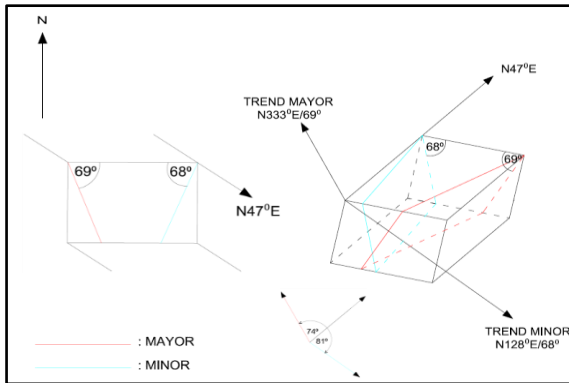
Dari tabel diatas diperoleh nilai *Blastability Index* (BI) sebesar 54,875 dan nilai *Rock Factor* (RF) sebesar 6,585.

Geometri Peledakan Saat Penelitian

Tabel-3. Geometri Peledakan Saat Penelitian

Geometri	Furukawa	DX 800
Diameter Lubang (D)	3" (76.2 mm)	3.5" (88.9 mm)
Burden (B)	2,5-4 m	2,5-4,5 m
Spasi (S)	2,5-4,5 m	3-4,5 m
Tinggi Jenjang (H)	2,3 m-11 m	2,5 m-12 m
Stemming (T)	1,4 -2,45 m	1,75-3,15 m
Subdrilling (J)	-	-
Kedalaman Lubang (L)	2,3 m-11 m	2,5 m-12 m
Panjang Kolom (PC)	0,4 m-10 m	0,4 m-10,25 m

Arah Umum Kekar



Gambar-1. Sketsa Kekar Terhadap Posisi Lereng *Quarry Disposol*

Analisa terhadap arah umum kekar dilakukan dengan menggunakan *software*. Data diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan terhadap 4 lokasi penambangan *quarry* PT Pama Indo Mining. Arah umum kekar berguna dalam penentuan arah lemparan peledakan.

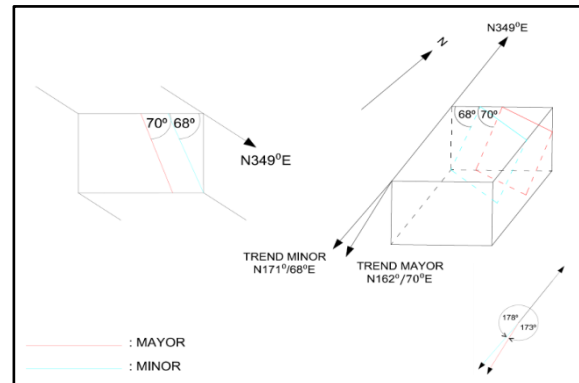
Hasil pengukuran terhadap kekar pada *Quarry Disposol* menunjukan bahwa ada dua kekar *trend* dan *plunge* yang dominan yaitu kekar mayor N333°E/69° sebesar ≥ 40% dan kekar minor N128°E/68° sebesar ≥ 20%. Pada saat di lapangan arah peledakan mengarah ke N47°E. Arah peledakan diarahkan mengikuti *free face* yang sudah ada yaitu N47°E.

Hasil pengukuran terhadap kekar *Quarry Pencil* menunjukan bahwa ada dua kekar *trend* dan *plunge* yang dominan yaitu kekar mayor N162°E/70° sebesar ≥ 20% dan

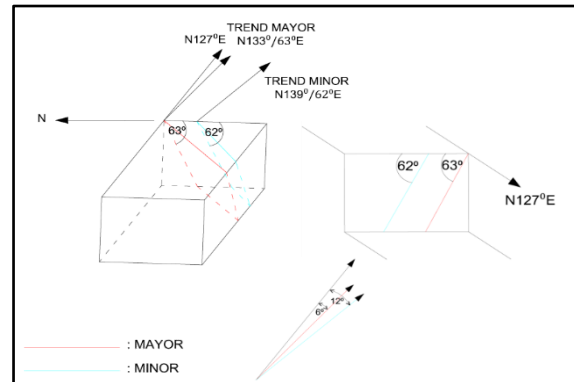
kekar minor N171°E/68° sebesar ≥ 10%. Pada saat di lapangan arah peledakan mengarah ke N349°E.

Hasil pengukuran terhadap kekar *Quarry Bukit 2* menunjukan bahwa ada dua kekar *trend* dan *plunge* yang dominan yaitu kekar mayor N133°E/63° sebesar ≥ 20% dan kekar minor N139°E/62° sebesar ≥ 10%. Pada saat di lapangan arah peledakan mengarah ke N127°E.

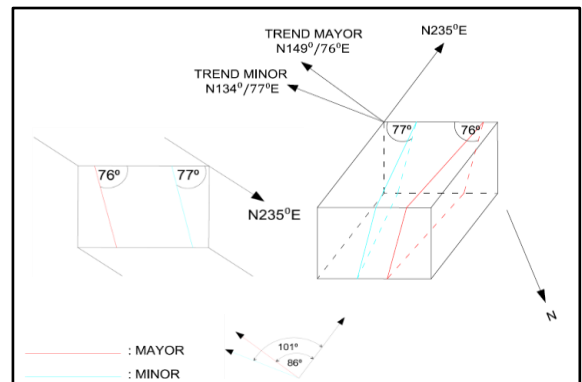
Hasil pengukuran terhadap kekar *Quarry 3B Kanan* menunjukan bahwa ada dua kekar *trend* dan *plunge* yang dominan yaitu kekar mayor N149°E/76° sebesar ≥ 10% dan kekar minor N134°E/77° sebesar ≥ 10%. Pada saat di lapangan arah peledakan mengarah ke N235°E. Arah peledakan diarahkan mengikuti *free face* yang sudah ada yaitu N235°E.



Gambar-2. Sketsa Kekar Terhadap Posisi Lereng *Quarry Pencil*



Gambar-3. Sketsa Kekar Terhadap Posisi Lereng *Quarry Bukit 2*



Gambar-4. Sketsa Kekar Terhadap Posisi Lereng *Quarry 3B Kanan*

Perhitungan Fragmen Batuan Hasil Peledakan Saat Penelitian

Fragmentasi hasil peledakan dihitung menggunakan 3 variabel yaitu; Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan, Teoritis *Kuz-Ram Software* dan aktual *Image Analysis*.

Perhitungan fragmentasi berdasarkan dari data-data *blast design Explosive*; densitas, *RWS (Relative weight strength)*, *VOD (Velocity Of Detonation)*. *Rock*; *rock factor*, *joint (spacing, dip, dipdirection)*, *rock density*.

Tabel-4. Fragmentasi Hasil Peledakan

Lokasi	Diameter (mm)	Rata-rata Fragmentasi Lolos (%)		
		KuzRam Hitungan	KuzRam Sofwere	Image Aktual Analisis
Disposal	76.2	85.79	86.29	85.83
	88.9	86.86	87.68	85.86
Pencil	76.2	84.09	83.02	81.77
	88.9	83.6	85.67	100
Bukit 2	76.2	82.88	82.23	89.16
	88.9	80.62	82.22	87.45
3B Kanan	76.2	90.87	93.32	84.23
	88.9	73.91	73.38	75.82

Karakteristik Arah Penyebaran Struktur Batuan Terhadap Arah Free Face Ledakan

Arah penyebaran struktur batuan terhadap *free face* sangat penting untuk diteliti mengingat akan berpengaruh pada penentuan arah peledakan guna mendapatkan hasil fragmentasi yang diinginkan.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan *trend* dan *plunge* struktur batuan berupa kekar dilakukan pengukuran di lapangan menggunakan kompas geologi *Brunton*. Data yang didapatkan berupa *dip direction* dan *dip*.

Data yang didapat kemudian diinput ke dalam *software DIPS* yang menghasilkan arah umum penyebaran berupa *trend* mayor dan *trend* minor.

Arah Struktur Mayor dan Minor Terhadap Freeface Pada Quarry Disposal

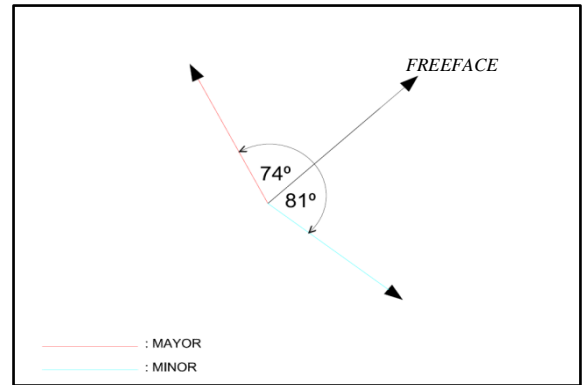
Pada *Quarry Disposal* besar sudut yang dibentuk dari arah *freeface* ke arah kekar mayor sebesar 74° dan minor sebesar 81° dapat dilihat pada gambar-5.

Arah Struktur Mayor dan Minor Terhadap Freeface Pada Quarry Pencil

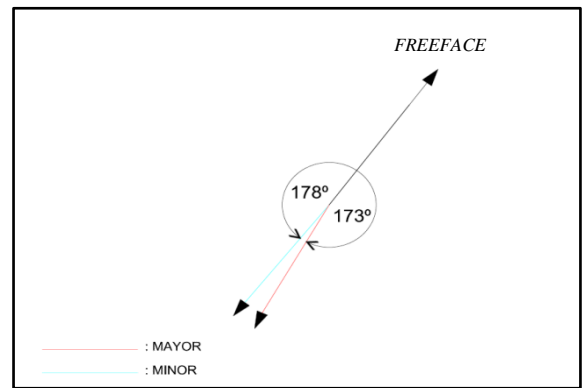
Pada *Quarry Pencil* besar sudut yang dibentuk dari arah *freeface* ke arah kekar mayor sebesar 173° dan minor sebesar 178° dapat dilihat pada gambar-6.

Arah Struktur Mayor dan Minor Terhadap Freeface Pada Quarry Bukit 2

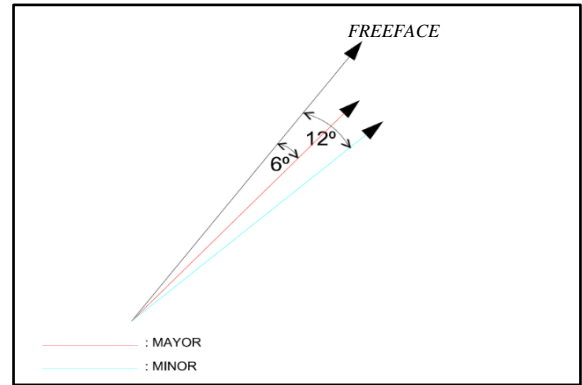
Pada *Quarry Bukit 2* besar sudut yang dibentuk dari arah *freeface* ke arah kekar mayor sebesar 6° dan minor sebesar 12° dapat dilihat pada gambar-7.



Gambar-5. Besar Sudut Yang Dibentuk Terhadap *Freeface Quarry Disposal*



Gambar-6. Besar Sudut Yang Dibentuk Terhadap *Freeface Quarry Pencil*

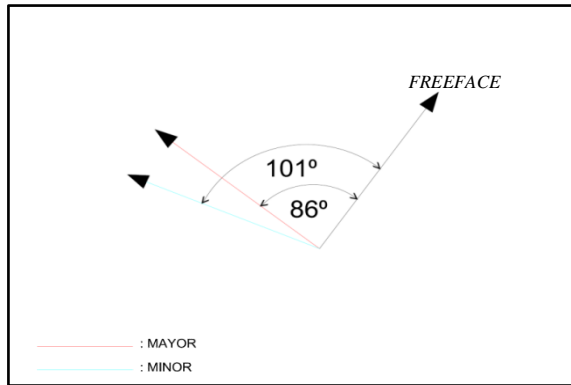


Gambar-7. Besar Sudut Yang Dibentuk Terhadap *Freeface Quarry Bukit 2*

Arah Struktur Mayor dan Minor Terhadap Freeface Pada Quarry 3B Kanan

Pada *Quarry 3B Kanan* besar sudut yang dibentuk dari arah *freeface* ke arah kekar mayor sebesar 86° dan minor sebesar 101° dapat dilihat pada gambar-8.

Adapun arah struktur mayor dan minor yang dibentuk terhadap arah *freeface* pada 4 lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel-4



Gambar-8. Besar Sudut Yang Dibentuk Terhadap Freeface Quarry 3B Kanan

Pengaruh Struktur Batuan Terhadap Fragmentasi Peledakan

Pada suatu operasi peledakan atau *blasting* struktur batuan akan mempengaruhi fragmentasi. Struktur batuan akan mempengaruhi penentuan arah peledakan, sedangkan arah peledakan akan mempengaruhi hasil dari fragmentasi. Struktur batuan yang dijumpai pada saat penelitian di lapangan berupa kekar (tabel-4).

Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa fragmentasi lolos yang baik terdapat pada lokasi *Quarry Pencil* arah *freeface* N349°E yaitu sebesar 91% lolos, ukuran rata – rata 37 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 173° dan 178° atau 7° dan 6°.

Tabel-4. Arah Struktur Mayor dan Minor Terhadap Freeface

No	Lokasi	Freeface	Kekar Mayor	Kekar Minor	Sudut Mayor	Sudut Minor
1	Disposal	N47°E	N333°E/69°	N128°E/68°	74°	81°
2	Pencil	N349°E	N162°E/70°	N171°E/68°	173°	178°
3	Bukit 2	N127°E	N133°E/63°	N139°E/62°	6°	12°
4	3B Kanan	N235°E	N149°E/76°	N134°E/77°	86°	101°

Tabel-4. Parameter Hasil Pengukuran

Parameter	Disposal	Pencil	Bukit 2	3B Kanan
Free Face	N47°E	N349°E	N127°E	N235°E
Kekar Mayor	N333°E/69°	N162°E/70°	N133°E/63°	N149°E/76°
Kekar Minor	N128°E/68°	N171°E/68°	N139°E/62°	N134°E/77°
Fragmentasi lolos 80 cm	86%	91%	88%	80%
X rata-rata	43 cm	37 cm	41 cm	56 cm
Sudut Mayor dan Minor	74° dan 81°	173° dan 178°	6° dan 12°	86° dan 101°

Fragmentasi yang kurang baik terdapat pada lokasi 3B Kanan arah *freeface* N235°E yaitu sebesar 80% lolos, ukuran rata – rata 56 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 86° dan 101°. Berdasarkan hasil di atas lokasi *blasting Quarry* 3B Kanan direkomendasikan arah *freeface* digeser ke arah N 322° E

dengan sudut mayor dan minor yang dihasilkan terhadap *freeface* sebesar 173° dan 172° agar fragmentasi yang dihasilkan lebih baik.

Pada lokasi *Quarry* Bukit 2 dengan fragmentasi lolos 88% dan *Quarry Disposal* fragmentasi lolos 86% arah peledakan tidak diubah karena dianggap fragmentasi yang dihasilkan sudah mencukupi yaitu melebihi 85% lolos.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe alat bor yang digunakan adalah Furukawa HCR 900/910 dan Ranger DX800.
2. Dari beberapa parameter, yaitu *Rock Mass Description* (RMD), *Joint Plane Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Spekifik Grafity Influence* (SGI) atau densitas *Limestone* pada saat penelitian sebesar 1,87 ton/ m³ dan *Hardness* (H) didapatkan nilai *Blastability Index* dan *Rock Factor* sebesar 54,875 dan 6,585.
3. Hasil pengukuran pada :
 - a. *Quarry Disposal freeface* N47°E, kekar mayor N333°E/69° sebesar dan kekar minor N128°E/68° dengan sudut mayor dan minor 74° dan 81°.
 - b. *Quarry Pencil freeface* N349°E didapatkan kekar mayor N162°E/70° dan kekar minor N171°E/68° dengan sudut mayor dan minor 173° dan 178°.
 - c. Bukit 2 *freeface* N127°E didapatkan kekar mayor

N133°E/63° dan kekar minor N139°E/62° dengan sudut mayor dan minor 6° dan 12°.

- d. 3B Kanan *freeface* N 235° E didapatkan kekar mayor N149°E/76° dan kekar minor N134°E/77° dengan sudut mayor dan minor 86° dan 101°.
4. Persentase Fragmentasi lolos dari 4 lokasi peledakan dengan ukuran 80 cm dan x rata-rata (cm) didapatkan *Quarry* :
 - a. Disposal sebesar 86% dan 43 cm
 - b. *Pencil* sebesar 91% dan 37 cm
 - c. Bukit 2 Lama sebesar 88% dan 41 cm
 - d. 3B Kanan sebesar 80% dan 56 cm
 5. Dari hasil korelasi struktur batuan dan fragmentasi peledakan diketahui bahwa fragmentasi lolos yang baik terdapat pada lokasi *Quarry Pencil* arah *freeface* N349°E yaitu sebesar 91% lolos, ukuran rata – rata 37 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 173° dan 178° atau 7° dan 6°. Fragmentasi yang kurang baik terdapat pada lokasi 3B

Kanan arah *freeface* N235⁰E yaitu sebesar 80% lolos, ukuran rata – rata 56 cm dengan sudut yang dibentuk kekar mayor dan minor terhadap *freeface* sebesar 86⁰ dan 101⁰.

6. Arah peledakan berdasarkan struktur batuan yang ada di daerah penelitian mengikuti arah *free face* yang sudah ada pada *Quarry Disposol, Pencil* dan Bukit 2 masing - masing yaitu N47⁰E, N349⁰E dan N127⁰E. Sedangkan pada *Quarry 3B* Kanan direkomendasikan ke arah N322⁰E sehingga *energy* peledakan akan menyebar lebih efisien dan meminimalkan perpotongan oleh kekar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Koesnaryo, 2001, “*Rancangan Peledakan Batuan*”, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta. Halaman 5.
- [2] Konya, C.J, and Walter, E.L, 1990, “*Surface Blast Design*”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A. Page 120-121,134.
- [3] Saptono, S, 2006, “*Teknik Peledakan*” Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta. Halaman 63, 64.
- [4] Sulistijo, B, 2007, “*Pengaruh Geologi dalam Peramalan Peledakan*”, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknik Mineral dan Batubara, Bandung. Halaman 14,21,27.
- [5] Suwandi, A, 2010, “*Diklat Kursus Juru Ledak Edisi ke-2 pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian*”, Pusklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung. Halaman 6,12,25.