

Rancangan Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Ideal Berdasarkan Nilai Blastibility Index Pada Tamka PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto

Syarif Hidayattullah^{1*}, and Bambang Heriyadi^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*567syarif@gmail.com

**Bambangh@ft.unp.ac.id

Abstract. In blasting, the fragmentation of blasting results is influenced by the characteristics of rock masses, geological structures, groundwater, and others. Blastibility Index is a measurement of geological conditions and rock mass characteristics in blasting, in the measurement of blastibility index There are several parameters such as the rock mass description obtained RQD by 71,96% classified as a blocky rock, The joint mass description is classified as intermediate (space 0,1 m – 1 m), joint plane orientation (JPO) dip into face, specific gravity influence (25 x 2,68 - 50) obtained 17, hardness of 5,5. The blastibility index gained 51,25 with the 6,15 rock factor. In the lily chart is acquired geometry blasting design with a burden of 2,03m , spacing 2,85m, the dept of blast holes 6,09 m, PC 4,37 m, stemming 1,6 m, subdrilling 0,608 m, the explosives weight 17,994 kg/hole, powder factor 0,567 kg/m³. Actual fragmentation of the geometry design with the first lily chart is embraced by the software Splitdesktop 2.0 obtained a fragmentation size of 50 cm at 6,31%. Design of the second blasting geometry burden 2,337 m, space 3,272m, the depth of the blast hole 7,011 m, PC 5,375 m, stemming 1,635 m, explosive weight 20,715kg/hole, powder factor 0,43 kg/m³.

Keywords: Blastibility Index, fragmentation, Splitdesktop 2.0, Lily chart, blasting geometry

1. Pendahuluan

PT. AICJ adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang usaha pertambangan di kota sawahlunto dengan status izin Perjanjian Kerjasama Pengusaha Pertambangan (PKP2B) pada areal seluas 327,4 Ha. Lahan PKP2P tersebut merupakan hutan produksi terbatas milik departemen kehutanan republic Indonesia, areal hutan tersebut diserahkan kepada PT AICJ untuk pemanfaatan usaha tambang dengan system pinjam pakai tanpa kompensasi. Perusahaan tersebut memiliki dua metode penambangan yaitu tambang terbuka dan tambang dalam, kedua metode tersebut menggunakan peledakan dalam memberaikan batuan yang keras.

Seperti diketahui detonator nonel (non electric) dirancang untuk mengatasi kelemahan yang ada pada detonator listrik, yaitu dipengaruhi oleh arus listrik liar, statis, dan kilat serta air^[1].

Peledakan pada PT AICJ menggunakan detonator nonel (non electric detonator) yang bertujuan untuk memberaikan batuan overburden, agar proses alat muat

dan alat angkut lebih cepat dalam pembongkaran. Hasil dari peledakan tersebut akan dibawa menuju area penimbunan (disposal), menggunakan excavator PC 330D2 L, dan Dumtruk Hino.

Dari hasil observasi penulis pada PT.AICJ, penulis melihat banyaknya fragmentasi hasil peledakan yang ukurannya tidak seragam. Hasil fragmentasi peledakan dianalisis dengan software splitdesktop, didapatkan fragmentasi dengan ukuran 50 cm dengan persentase > 20%. Sementara fragmentasi yang diharapkan oleh perusahaan berukuran 50 cm dengan persentase < 20%. Hasil peledakan dengan material berukuran boulder > 50 cm berdampak pada kegiatan *loading* material yang menyebabkan menurunnya kemampugalian (*diggability*) dari alat gali muat, hal tersebut menyebabkan penambahan *digging time excavator* PC 330D2 L yang akan mempengaruhi *cycle time* alat gali muat. Adanya penambahan *cycle time* dapat mempengaruhi target produksi yang akan dicapai.

Salah satu cara merancang geoemtri peledakan dengan “coba-coba” atau *trial and error* atau *rule of*

thumb yang akan diberikan adalah dari *ici explosive*. Tinggi jenjang (H) dan diameter lubang ledak (d) merupakan pertimbangan pertama yang disarankan. Cara ini menitikberatkan pada alat yang tersedia atau yang akan dimiliki, kondisi batuan setempat, peraturan tentang batas maksimum ketinggian jenjang yang diijinkan pemerintah, serta produksi yang dikehendaki^[1]. Dalam merencanakan Peledakan PT AICJ menggunakan metode *ici explosive*, penetapan geometri peledakan dilakukan tanpa memperhitungkan karakteristik dari massa batuan (*blastibility index*) serta struktur geologi yang ada di daerah tersebut.

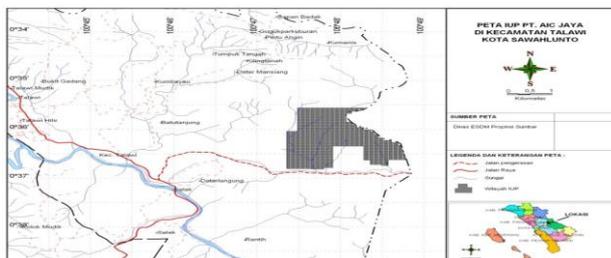
Dalam peledakan, fragmentasi hasil peledakan dipengaruhi oleh karakteristik massa batuan, struktur geologi, air tanah, kemiringan lubang ledak, pola pemboran, geometri peledakan, priming, pola penyalaan, penggunaan bahan peledak, dan penentuan bidang bebas^[2].

Kondisi geologi pada Pit Timur PT.AICJ sangat kompleks, dimana *overburden* yang dikupas untuk mendapatkan batubara pada seam B mempunyai banyak kekar/rekahan,. Kondisi geologi untuk peledakan dapat diukur dengan parameter *blastibility index*, dimana bertujuan untuk mengetahui factor batuan, seperti *rock mass description*, *JPS*, *JPO*, *SGL*, dan *hardness*. *Rock mass description* dapat diketahui dengan cara perhitungan bidang diskontinuitas, *rock quality design* berdasarkan pembobotan yang telah ditentukan.

Sifat massa batuan yang paling mempengaruhi rancangan peledakan adalah kekuatan dinamik, sifat elastisitas, dan kecepatan propagasi gelombang dalam batuan, serta aspek geologi struktur seperti spasi dan orientasi bidang-bidang lemah, tipe material pengisi dan ikatan antar kekar, lithology dan ketebalan bidang-bidang perlapisan sedimenter^[3].

2. Lokasi Penelitian

Secara geografis wilayah penambangan PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) terletak pada koordinat 100° 46' 48" - 100° 48' 47" Bujur Timur dan 0° 35' 34" - 0° 36' 48" Lintang Selatan. secara administratif konsesi penambangan PT. AICJ termasuk dalam wilayah tambahan, Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Jarak antara daerah penambangan dengan Kota Padang ± 90 km disebelah timur Kota Padang, dapat ditempuh dengan kendaraan beroda empat pada jalan lintas Sumatera selama ± 3-4 jam:



Sumber: PT.AICJ

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Sawahlunto

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis lakukan yaitu penelitian terapan. Jenis penelitian ini disebut juga *Applied Research*. Penelitian terapan merupakan jenis penelitian menekankan akan penerapan ilmu – ilmu teoritis dalam penyelesaian masalah di lapangan. Penelitian terapan adalah ragam penelitian dimana hasilnya diterapkan berkenaan dengan upaya pemecahan masalah^[4]. Penelitian terapan adalah penelitian yang lebih menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu, ataupun penggunaan ilmu untuk dan dalam masyarakat, ataupun untuk keperluan tertentu (Industri, usaha dll). Penelitian ini merupakan suatu kegiatan yang sistematis dan logis dalam rangka menemukan sesuatu yang baru atau aplikasi baru dari penelitian – penelitian yang telah pernah dilakukan selama ini

3.1.2. Waktu penelitian

Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 3 Januari – 3 February 2019, dengan rincian 3 Januari – 4 Januari 2019 observasi lapangan, 14 Januari – 3 February 2019 pengambilan data, baik data *primer* maupun data sekunder..

3.1.3 Lokasi Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada area peledakan Pit Timur PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) kota sawahlunto.

3.2 Jenis Dan Sumber Data Penelitian

Data penelitian dapat terbagi atas data primer dan data sekunder. Data *primer* di peroleh langsung sebagai hasil dari observasi lapangan dan pengujian laboratorium berupa parameter penyelidikan geomekanika, Geometri Peledakan, yang terdiri dari beban, spasi, kedalaman lubang ledak, peralatan dan perlengkapan peledakan yang dipakai, fragmentasi peledakan berdasarkan pengamatan foto, pengujian laboratorium mekanika batuan, sedangkan data sekunder merupakan data yang tidak langsung diambil dilapangan dan disiapkan oleh perusahaan atau sumber lainnya berupa blast map, inventory blasting map, peta topografi, geologi, situasi, IUPK, data curah hujan, data lithologi.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Berupa data *primer* (sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya, hasil observasi dengan objek, kejadian atau hasil pengujian. Data primer berupa (a) Hasil pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik batuan, dimana batuan pada area penelitian diambil dan diuji pada laboratorium teknik pertambangan UNP, (b) pembobotan massa batuan (*blastibility index*) berupa *rock mass description* yang diambil dengan pengukuran spasi kekar pada area peledakan dan didapatkan *rock quality design* dalam persen, joint mass description dilihat pada spasi kekar/rekahan yang didapatkan pada area peledakan, joint plane orientation dilihat dari kondisi lapisan batuan yang

terjadi pada area peledakan, *specific gravity influence* diambil dari densitas batuan yang diledakan, *hardness* dapat diukur dengan kekerasan batuan yang diledakan, (c) foto fragmentasi batuan, (d) data peledakan (burden, spasi, dan kedalaman lubang ledak). Data sekunder adalah sumber data penelitian yang di peroleh melalui media perantara atau tidak secara langsung berupa blast map, inventory blasting map, peta topografi, geologi, situasi, IUPK, data curah hujan, data lithology

3.4. Teknik Pengolahan Dan Analisis Data

3.4.1 Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan meliputi pengujian laboratorium sifat fisik, mekanik, pembobotan karakteristik massa batuan untuk peledakan (*blastibility index*).

3.4.1.1 Pengujian laboratorium

Pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik batuan di laboratorium UNP seperti sifat fisik untuk mencari bobot isi atau densitas batuan yang akan diledakan, sifat mekanik dengan pengujian kuat tekan batuan dengan pengujian UCS.

3.4.1.2 Index Kemampuledakan (*blastibility index*)

Melakukan pembobotan pada parameter *blastibility index* dengan ketentuan yang telah ditetapkan seperti *RMD*, *JPS*, *JPO*, *SGI*, *hardness* setelah itu dijumlahkan. Untuk mencari *RMD* dihitung dulu *RQD* (*Rock Quality Design*) dan dilihat tabel yang telah ditentukan.

3.4.2 Analisis Data

3.4.2.1 Analisis Fragmentasi Aktual dengan Software Splitdesktop

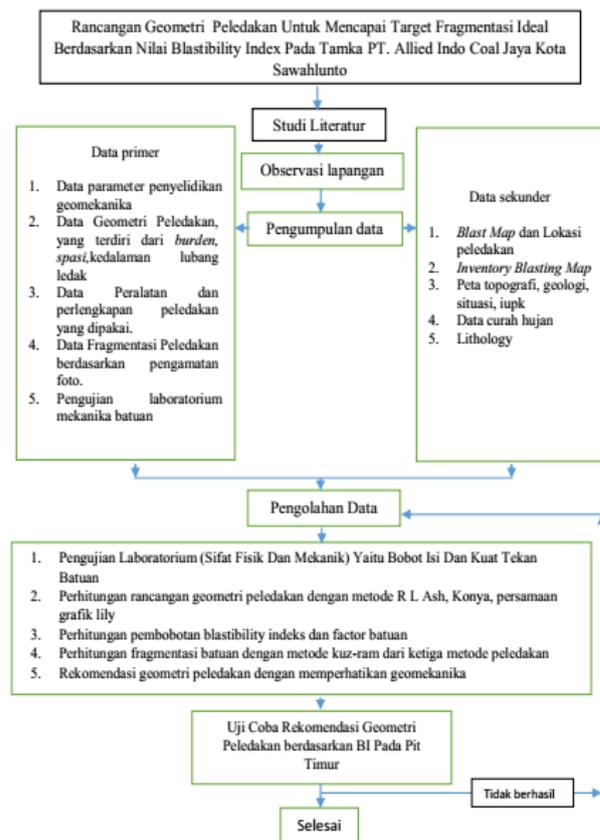
Teknik Pengukuran fragmentasi batuan terbaru menggunakan software pengolahan gambar digital diharapkan dapat menganalisis distribusi batuan hasil peledakan cepat dan akurat. *Software* pengolah gambar digital telah dikembangkan sejak tahun 1990-an. Ada beberapa software untuk menganalisis citra yaitu *SPLIT*, *WipFrag*, *GoldSize*, *TUCIPS*, *CIAS*, dan lainnya. Keakuratannya bervariasi antara 2 % sampai 20 %.^[5]

Fragmentasi hasil peledakan pada PT AICJ dianalisis dengan *software splitdesktop* sehingga didapatkan fragmentasi aktual pada area peledakan.

3.4.2.2 Analisis geometri peledakan dengan *blastibility index*

Menghubungkan pengujian laboratorium dengan rancangan geometri peledakan seperti densitas batuan yang digunakan untuk melihat kekuatan batuan dan sesuai untuk di ledakan pada area penelitian. Rekomendasi rancangan geometri peledakan berdasarkan *blastibility index* batuan dengan grafik persamaan lily. Uji coba rekomendasi rancangan geometri peledakan berdasarkan *blastibility index* dengan persamaan grafik lily.

3.5 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. Pembahasan

4.1 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik

4.1.1 Uji Sifat Fisik

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat isi/bobot isi batuan, bobot isi jenuh, bobot isi kering, berat jenis semu, berat jenis asli

$$\text{bobot isi asli} = \frac{W_n}{W_w - W_s} \quad (1)$$

$$\text{bobot isi jenuh} = \frac{W_w}{W_w - W_s} \quad (2)$$

$$\text{bobot isi kering} = \frac{W_o}{W_w - W_s} \quad (3)$$

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Uji Sifat Fisik Batuan

No	Parameter	Siltstone
1	Bobot isi asli (gr/cm ³)	2,68
2	Bobot isi jenuh (gr/cm ³)	2,7
3	Bobot isi kering (gr/cm ³)	2,65
4	Berat jenis semu	2,65
5	Berat jenis asli	2,8

4.1.2 Uji Sifat Mekanik

Nilai kuat tekan batuan dilakukan berdasarkan uji *Point Load Index (PLI)* pada sampel batuan. Uji PLI dilakukan pada sampel *siltstone* dimana batuan tersebut merupakan sebagai material penyusun dari tempat penelitian. Pengujian dilakukan dengan *regular test* dimana sampel berbentuk beraturan dengan dimensi yang bervariasi tergantung dari kondisi batuan sampel.

Tabel 2. Hasil pengujian point load index

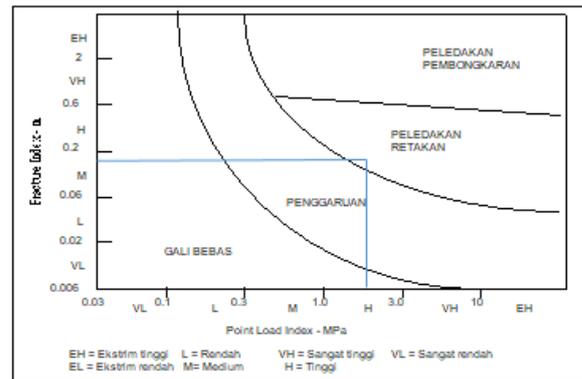
PENGUJIAN POINT LOAD			
Sampel batuan	Dimensi (m)		Is (Mpa)
	D (cm)	L (cm)	
1	5,4	8,1	1.73
2	5.4	8,1	1.85
3	5.4	8,1	1.81
4	5.4	8,1	3,4
Rata-rata			1.79

4.2 Indeks Kemampuan

Klasifikasi massa batuan menurut dua parameter, yaitu *Fracture Index* dan *Point Load Index (PLI)*. *Fracture Index* dipakai sebagai ukuran karakteristik diskontinuiti dan didefinisikan sebagai jarak rata-rata fraktur dalam sepanjang bor inti atau massa batuan. Kedua parameter ini digambarkan dalam satu diagram untuk menduga kemampuan suatu massa batuan dimana *If* dan *Is* masing-masing menyatakan *Fracture Index* dan *PLI*. [6]

Diagram klasifikasi dibagi kedalam tiga zona umum yaitu, penggalian bebas (*free digging*), penggaruan (*ripping*) dan peledakan (*blasting*). Massa batuan yang terkekalkan dan lemah masuk kedalam kategori bagian bawah kiri diagram, sedangkan massa batuan massif dan kuat di plot dibagian atas kanan. Yang pertama tentunya sangat mudah untuk digali dan yang terakhir sangat sulit digali dengan alat mekanis.

Pada lokasi area peledakan pit Timur PT AICJ dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu *point load test*, dan pengukuran spasi kekar untuk mendapatkan kemampuan pada material overburden yang akan dikupas, dimana pada area peledakan didapatkan pengujian *point load index* dengan nilai 1,79 Mpa, spasi kekar didapatkan dengan nilai 10,234 cm seperti pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. Kriteria Indeks kekuatan batu [Franklin dkk, 1971]

Pada area peledakan Pit Timur didapatkan kriteria index kekuatan batuan adalah peledakan retakan berdasarkan hubungan *fracture index* dengan pengujian *point load index*

4.3 Parameter Geomekanika Batuan Pada Peledakan

4.3.1 RMD (Rock Mass Description)

Rock Mass Description parameter yang digunakan untuk menunjukkan kualitas massa batuan dengan melakukan pengamatan struktur batuan dengan cara RQD (*Rock Quality Design*) [7]

Perhitungan dilakukan dengan cara mengukur jumlah kekar rata-rata menggunakan scan-line sepanjang 100 cm, pengukuran jumlah kekar dilakukan secara vertikal, horizontal dan diagonal pada dinding lereng sehingga dari pengukuran tersebut akan diperoleh persentase rata-rata RQD. Nilai RQD dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut.

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)} (0.1\lambda + 1) \quad (4)$$

Tabel 3. Nilai RQD untuk menentukan RMD

Kegiatan	RQD (%)
Peledakan 1	80.566
Peledakan 2	84.791
Peledakan 3	68.827
Peledakan 4	76.301
Peledakan 5	72.704
Peledakan 6	65.624
Peledakan 7	54.919
Rata-rata	71.96171

Dari hasil *mapping* geoteknik dan pengolahan data RQD yang telah dilakukan diperoleh nilai RQD rata – rata pada lokasi penelitian sebesar 71,962%. Dengan RQD tersebut di klasifikasikan kualitas batuan nya *very blocky and seamy*

4.3.2 Joint Plane Spacing (JPS)

JPS adalah jarak tegak lurus antar dua bidang lemah yang berurutan/jarak antar bidang lemah, dari pengukuran spasi kekar dalam area penelitian di dapatkan rata-rata spasi kekar 14,602 cm sehingga diklasifikasikan jarak kekar intermediate (0,1 m - 1 m) dengan bobot 20

4.3.3 Joint Plane Orientation (JPO)

Pada area penelitian orientasi bidang lemah pada massa batuan adalah *dip into face* (orientasi bidang diskontinuitas kearah massa batuan) sehingga menyebabkan toe tidak hancur dan potensi batuan akan mengganggu, bobot parameter geomekanika adalah 40

4.3.4 Specific Gravity Influence

Specific gravity influence adalah sifat batuan yang terkait berat jenis dan porositas. SGI adalah $25 \times SG - 50 = (25 \times 2,68) - 50 = 17$

4.3.5 Hardness

Sifat mekanis batuan yang berhubungan dengan kekuatannya adalah kuat tekan uniaksial dan kekerasan batuan. Pada penelitian ini kekerasan batuan menggunakan skala mohs dengan kekerasannya didapatkan 5,5

4.4 Indeks Kemampuledakan Atau *Blastibility Indeks*

Pembobotan *Blastibility indeks* pada lokasi peledakan ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter geomekanika sebagai berikut yang terdapat pada tabel 4

Tabel 4. Blastibility Index

Parameter		Pembobotan
RMD	<i>Blocky</i>	20
JPS	<i>Intermediate</i>	20
JPO	<i>Dip into face</i>	40
SGI	$(25 \times 2,68) - 50$	17
Hardness	Skala mohs	5,5
Jumlah Pembobotan		102,5

Pada lokasi peledakan terdapat pembobotan *blastibility indeks* digunakan dengan rumus $BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$, sehingga didapatkan $0,5 \times (20 + 20 + 40 + 17 + 5,5) = 51,25$, selanjutnya hubungkan factor batuan dengan kemampuledakan suatu batuan $A = 0,12 \times BI$, Sehingga terdapat faktor batuan 6,15

4.5 Peledakan

4.5.1 Peledakan pada Tanggal 15 Januari 2019

4.5.1.1 Geometri Peledakan

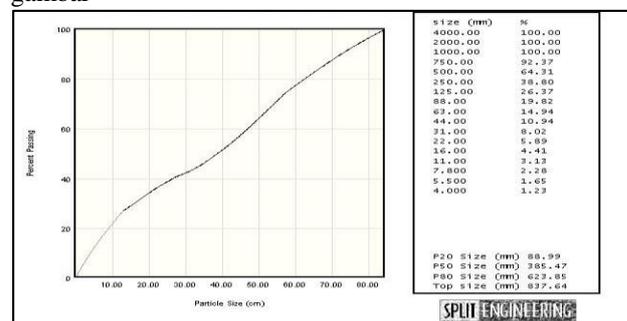
Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 5 sebagai berikut

Tabel 5. Geometri Peledakan

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	3,4 m
2	Spasi	3,2 m
3	Kedalaman lubang ledak	5,8 m
4	Tinggi jenjang	5,2 m
5	PC	4,43 m
6	Stemming	1,37 m
7	Subdrilling	0,6 m
8	Jumlah lubang ledak	120
9	Volume peledakan	56,576 m ³ /lubang
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak/lubang	17,073 kg
12	Powder factor	0,27 kg/m ³

4.5.1.2 Fragmentasi hasil peledakan aktual

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada tanggal didapatkan dengan mengambil foto dilapangan, dan dianalisis dengan *software splitdesktop* seperti pada gambar



Gambar 4. Fragmentasi Hasil Peledakan Analisis Splitdesktop 2.0

Dari gambar 4 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos 50 cm sebesar 64,31%, dan persentase tertahan 35,69% dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik berdasarkan alat yang dipakai yaitu excavator PC 330D2L

4.5.2 Peledakan pada Tanggal 17 Januari 2019

4.5.2.1 Geometri peledakan

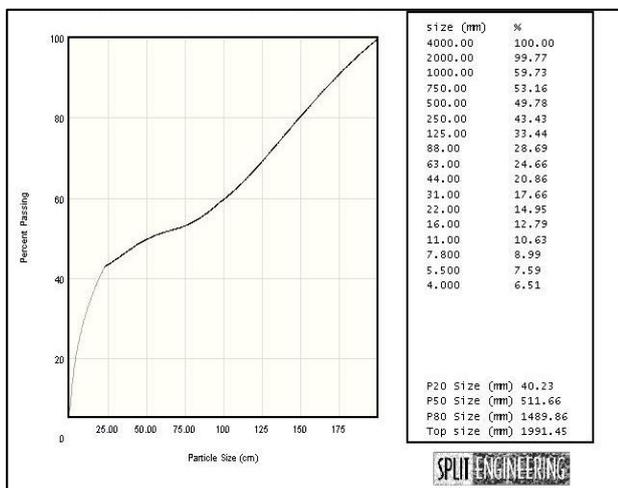
Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 6 sebagai berikut

Tabel 6. Geometri Peledakan 17 Januari 2019

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	3,21 m
2	Spasi	3,1 m
3	Kedalaman lubang ledak	5,76 m
4	Tinggi jenjang	5,54 m
5	PC	4,33 m
6	Stemming	1,43 m
7	Subdrilling	0,22 m
8	Jumlah lubang ledak	85
9	Volume peledakan	55,129 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	16,687 kg
12	Powder factor	0,291 kg/m ³

4.5.1.2 Fragmentasi hasil peledakan aktual

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada tanggal 17 Januari 2019 didapatkan dengan mengambil foto dilapangan, dan dianalisis dengan software *splitdesktop* seperti pada gambar 5



Gambar 5. Fragmentasi Hasil Peledakan Analisis Splitdesktop 2.0 tanggal 17 Januari 2019

Dari gambar 5 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos 50 cm sebesar 49,78%, persentase tertahan 50,22%, dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik berdasarkan peralatan yang dipakai yaitu excavator PC 330D2 L

4.5.3 Peledakan pada Tanggal 19 Januari 2019

4.5.3.1 Geometri peledakan

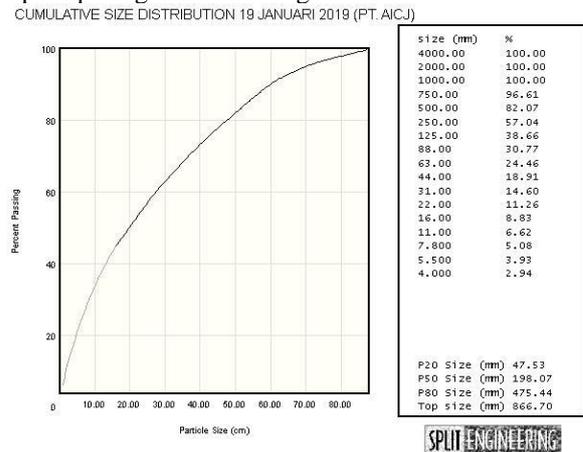
Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 7 sebagai berikut

Tabel 7. Geometri peledakan tanggal 19 Januari 2019

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	2,95 m
2	Spasi	2,91 m
3	Kedalaman lubang ledak	5,89 m
4	Tinggi jenjang	5,43 m
5	PC	4,54 m
6	Stemming	1,35 m
7	Subdrilling	0,46 m
8	Jumlah lubang ledak	122
9	Volume peledakan	46,613 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	17,497 kg
12	Powder factor	0,346 kg/m ³

4.5.3.2 Fragmentasi hasil peledakan aktual

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada tanggal 19 Januari 2019 didapatkan dengan mengambil foto dilapangan, dan dianalisis dengan software *splitdesktop* seperti pada gambar 6 sebagai berikut



Gambar 6. Fragmentasi Hasil Peledakan Dengan Analisis Splitdesktop 2.0 tanggal 19 Januari 2019

Dari gambar 6 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos 50 cm sebesar 82,07 %, dan persentase tertahan 17,93%, dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik berdasarkan peralatan yang dipakai yaitu excavator PC 330D2 L

4.5.4 Peledakan pada Tanggal 23 Januari 2019

4.5.4.1 Geometri peledakan

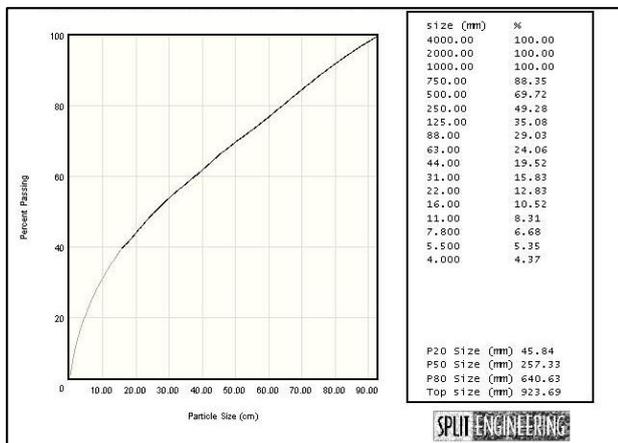
Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 8 sebagai berikut

Tabel 8. Geometri peledakan tanggal 23 Januari 2019

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	3.1 m
2	Spasi	3.23 m
3	Kedalaman lubang ledak	5,95 m
4	Tinggi jenjang	5,67 m
5	PC	4,42 m
6	Stemming	1,53 m
7	Subdrilling	0,31 m
8	Jumlah lubang ledak	125
9	Volume peledakan	56,774 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	17,034 kg/m ³
12	Powder factor	0,285 kg/m ³

4.5.4.2 Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada tanggal 23 Januari 2019 didapatkan dengan mengambil foto dilapangan, dan dianalisis dengan *software splitdesktop* seperti pada gambar 7 sebagai berikut



Gambar 7. Fragmentasi hasil peledakan dengan analisis splitdesktop 2.0 tanggal 23 Januari 2019

Dari gambar 7 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos 50 cm sebesar 69,72%, dan persentase tertahan sebesar 30,28 %, dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik berdasarkan peralatan yang dipakai yaitu excavator PC 330D2 L

4.5.5 Peledakan pada Tanggal 26 Januari 2019

4.5.5.1 Geometri peledakan

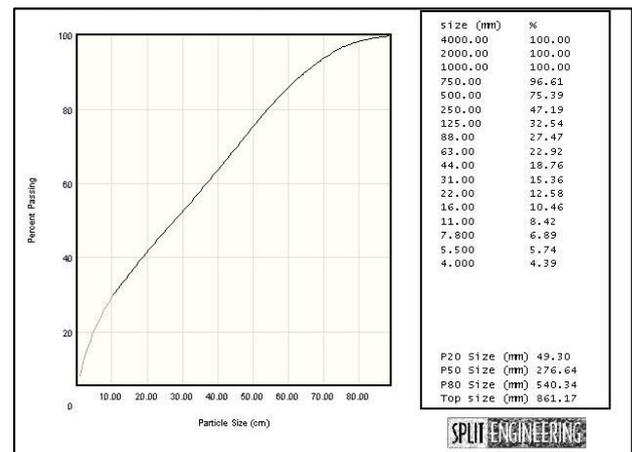
Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 9 sebagai berikut

Tabel 9. Geometri peledakan Tanggal 26 Januari 2019

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	3.12 m
2	Spasi	3.2 m
3	Kedalaman lubang ledak	5,95 m
4	Tinggi jenjang	5,53 m
5	Pc	4,37 m
6	Stemming	1,58 m
7	Subdrilling	0,42 m
8	Jumlah lubang ledak	87
9	Volume peledakan	55,211 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	16,842 kg
12	Powder factor	0,283 kg/m ³

4.5.4.2 Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada tanggal 26 Januari 2019 didapatkan dengan mengambil foto dilapangan, dan dianalisis dengan *software splitdesktop* seperti pada gambar 8



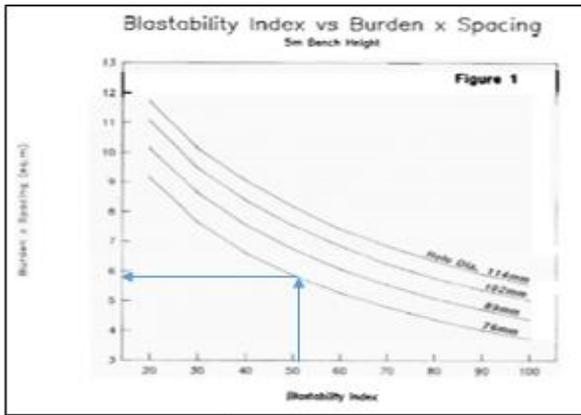
Gambar 8. Fragmentasi hasil peledakan dengan analisis splitdesktop 2.0 tanggal 26 Januari 2019

Dari gambar 8 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos 50 cm sebesar 75,39 %, dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik berdasarkan alat yang dipakai yaitu excavator PC 330D2 L

4.6 Rancangan Geometri Peledakan

4.6.1 Grafik Lily 1

Pada persamaan grafik lily terdapat *blastibility index* 51,25 dengan diameter pemboran 76 mm, didapatkan burden dan spasi berdasarkan gambar 9 seperti dibawah ini



Gambar 9. Grafik lily

Berdasarkan gambar 9 grafik diatas dapat ditarik kesimpulan dengan geometri peledakannya untuk burden dan spasi dapat ditentukan dengan grafik tersebut

4.4.1.1 Burden

$$5,8=B \times S$$

$$S=1,4 \times B \text{ (berurutan tiap baris lubang ledak)} \quad (5)$$

$$5,8 = B \times 1,4 B$$

$$B^2= 5,8/1,4$$

$$B = 2,03 \text{ m}$$

4.4.1.2 Spasi

$$S = 1,4 \times B \quad (6)$$

$$= 1,4 \times 2,03 \text{ m}$$

$$= 2,85 \text{ m}$$

4.4.1.3 Stemming

$$T = 0,7 \times B \text{ (batuan berlapis)} \quad (7)$$

$$= 0,7 \times 2,03 \text{ m}$$

$$= 1,421 \text{ m}$$

4.4.1.4 Subdrilling

$$J = 0,3 \times B \quad (8)$$

$$= 0,3 \times 2,03 \text{ m}$$

$$= 0,609 \text{ m}$$

4.4.1.5 Kedalaman

Kedalaman lubang bor sesuai dengan stiffness ratio yaitu 3 x burden

$$H= 3*B \quad (9)$$

$$H = 3 \times 2,03$$

$$= 6,09 \text{ m}$$

4.4.1.6 PC

$$PC = H - T \quad (10)$$

$$= 6,09 - 1,421 \text{ m}$$

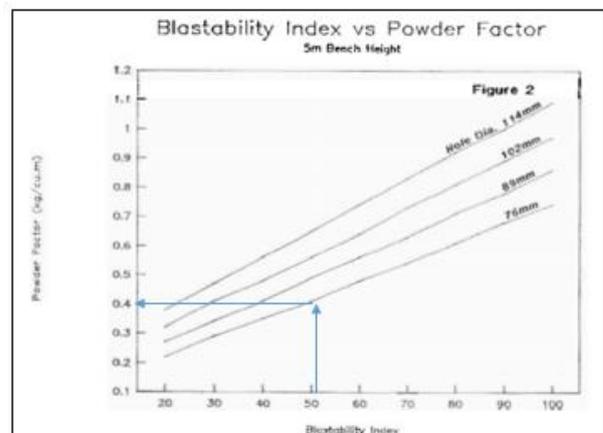
$$= 4,669 \text{ m}$$

Tabel 10. Rancangan geometri peledakan dengan grafik lily

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	2,03 m
2	Spasi	2,85 m
3	Kedalaman lubang ledak	6,09 m
4	Tinggi jenjang	5,278 m
5	Pc	4,37 m
6	Stemming	1,421 m
7	Subdrilling	0,608 m
8	Jumlah lubang ledak	125
9	Volume peledakan	30,535 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	17,994 kg
12	Powder factor	0,567 kg/m ³

4.6.2 Grafik Lily 2

Grafik lily menghubungkan *blastability index* dengan *powder factor* untuk kegiatan peledakan dengan tujuan mendapatkan geometri peledakan usulan yang akan diujicobakan dengan kondisi geologi pada Pit Timur PT.AICJ seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik lily

Rancangan geometri peledakan dengan grafik lily 2 menghubungkan *blastability index* dengan *powder factor*, dimana *blastability indeks* 51,25 didapatkan *powder factor* 0,43 kg/m³.

4.6.2.1 Burden

$$PF = (\sum ANFO)/(\text{Vol. batuan yg akan diledakkan})$$

$$0,43 \text{ kg/m}^3 = (PC \times 3,854 \text{ kg})/(B \times S \times L) \quad (11)$$

$$S = 1,4 \times B$$

$$L = H - T$$

$$L = 3B - 0,3B$$

$$PC = 3B - 0,7B$$

$$0,43 \text{ kg/m}^3 = ((3B - 0,7B) \times 3,854 \text{ kg})/(B \times 1,4B \times (3B - 0,3B))$$

$$0,43/3,854 = 2,3B/(3,78B^3)$$

$$B^2 = 2,3/0,421$$

$$B = 2,337$$

4.6.2.2 Spasi

$$S = 1,4 \times B \quad (12)$$

$$S = 1,4 \times 2,337 \text{ m}$$

$$S = 3,272 \text{ m}$$

4.6.2.3 Stemming

$$T = 0,7 \times B \text{ (batuan berlapis)} \quad (13)$$

$$= 0,7 \times 2,337 \text{ m}$$

$$= 1.636 \text{ m}$$

4.6.2.4 Subdrilling

$$J = 0,3 \times B \quad (14)$$

$$= 0,3 \times 2,337 \text{ m}$$

$$= 0.701 \text{ m}$$

4.6.2.5 Kedalaman

Kedalaman lubang bor sesuai dengan stiffness ratio yaitu 3 x burden

$$H = 3 \times B \quad (15)$$

$$H = 3 \times 2,337 \text{ m}$$

$$= 7,011 \text{ m}$$

4.6.2.6 PC

$$PC = H - T \quad (16)$$

$$= 7,01 - 1,636 \text{ m}$$

$$= 5,375 \text{ m}$$

Tabel 11. Rancangan geometri peledakan dengan grafik lily

No.	Parameter Peledakan	Nilai
1	Burden	2,337m
2	Spasi	3,272 m
3	Kedalaman lubang ledak	7,011 m
4	Tinggi jenjang	6,309 m
5	Pc	5,375 m
6	Stemming	1,52 m
7	Subdrilling	0,701 m
8	Jumlah lubang ledak	120
9	Volume peledakan	48,249 m ³
10	Loading density	3,854 kg/m
11	Berat bahan peledak	20,715 kg
12	Powder factor	0,43 kg/m ³

4.7 Fragmentasi

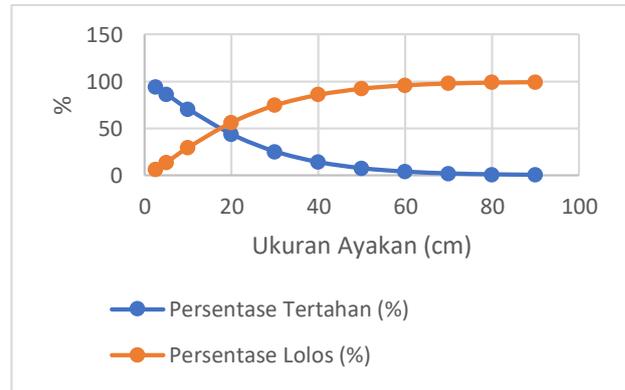
Fragmentasi hasil peledakan diprediksi dengan metode kuzram, sedangkan fragmentasi aktual digunakan software splitdesktop pada rancangan geometri peledakan yang diuji cobakan

4.7.1 Prediksi fragmentasi metode Kuz-Ram

Dalam memprediksi fragmentasi hasil peledakan penulis menggunakan metode kuzram dari keempat geometri peledakan, perhitungan fragmentasi hasil peledakan metode kuz-ram pada lampiran. Hasil dari fragmentasi peledakan sebagai berikut

4.7.1.3 Grafik Lily 1

Prediksi fragmentasi hasil peledakan dengan metode Kuz-Ram untuk rancangan geometri peledakan Persamaan grafik lily 1 diperoleh persentase tertahan dan lolos nomor ayakan seperti pada gambar 11 berikut.

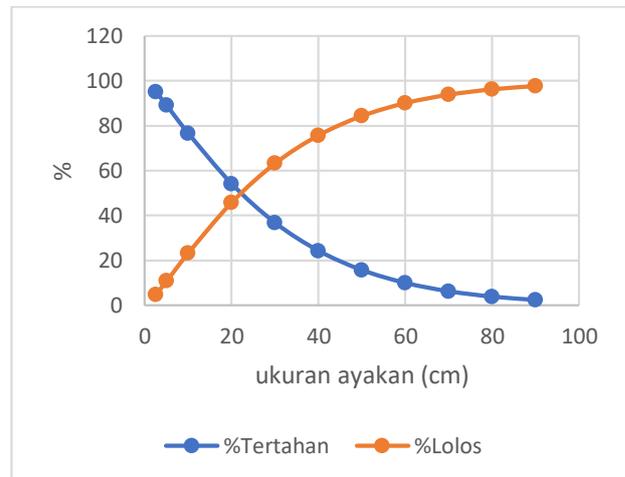


Gambar 11. Prediksi fargmentasi hasil peledakan grafik lily 1 dengan metode Kuz-Ram

Dalam prediksi fragmentasi metode kuzram dengan memperhatikan *blastibility index*, didapatkan persentase tertahan 50 cm sebesar 6,53 %. Titik potong yang berhimpitan pada gambar merupakan rata-rata fragmentasi hasil peledakan 20 cm

4.7.1.4 Grafik Lily 2

Prediksi fragmentasi hasil peledakan dengan metode Kuz-Ram untuk rancangan geometri peledakan Persamaan grafik lily 2 diperoleh persentase tertahan dan lolos nomor ayakan seperti pada gambar 12 berikut:



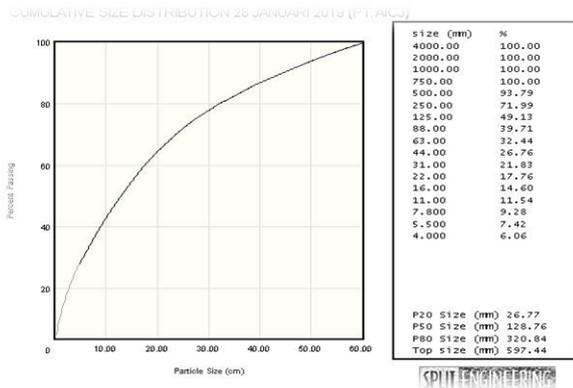
Gambar 12. Prediksi fargmentasi hasil peledakan grafik lily 2 dengan metode Kuz-Ram

Dalam prediksi fragmentasi metode kuz-ram dengan memperhatikan *blastibility index*, didapatkan persentase tertahan 50 cm sebesar 13,204 %. Titik potong yang berhimpitan pada gambar merupakan rata-rata fragmentasi hasil peledakan 25 cm

4.7.2 Fragmentasi Aktual Yang Di Ujicoba Dan Dianalisis Dengan Software Splitdesktop 2.0

4.7.2.1 grafik lily 1 (28 januari 2019)

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada rancangan geometri peledakan persamaan grafik lily 1 dianalisis dengan menggunakan *software splitdesktop* seperti pada gambar 13 sebagai berikut

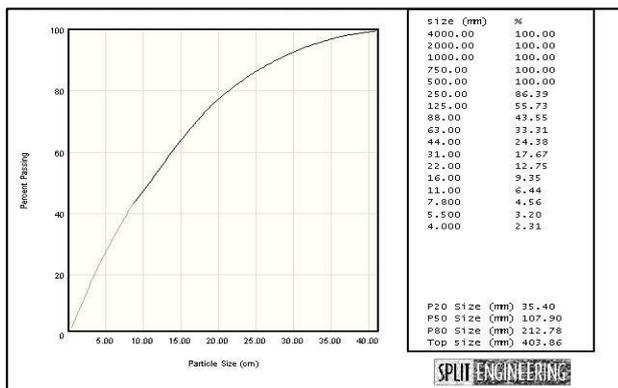


Gambar 13. Hasil Analisis Fragmentasi Peledakan *Splitdesktop*

Dari gambar 13 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase lolos dengan ukuran ayakan 50 cm sebesar 93,79% dan persentase tertahan ukuran ayakan 50 cm sebesar 6,31%

4.7.2.2 Grafik Lily 2 (29 Januari 2019)

Fragmentasi hasil peledakan aktual pada rancangan geometri peledakan persamaan grafik lily 2 dianalisis dengan menggunakan *software splitdesktop* seperti pada gambar 14 sebagai berikut



Gambar 14. Hasil analisis fragmentasi hasil peledakan 29 Januari 2019

Dari gambar 14 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan mempunyai persentase tertahan > 50 cm sebesar 0%, dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang baik

4.7.3 Analisis Hasil Perbandingan Geometri Peledakan

Perbandingan geometri peledakan pada Pit Timur dengan diameter lubang ledak, burden, spasi, kedalaman lubang ledak, tinggi bahan peledak, jumlah bahan peledak, batuan terbongkar lubang bor, *powder factor*, *blastibility index*, RQD, seperti pada tabel 12 sebagai berikut

Tabel 12. Hasil Perbandingan Geometri Peledakan

No	Variabel Peledakan	Nilai						
		Aktual 1	Aktual 2	Aktual 3	Aktual 4	Aktual 5	Gr lily 1	Gr lily 2
1	Diameter lubang bor (De) inchi	3	3	3	3	3	3	3
2	burden (B) m	3.4	3,21	2,95	3,1	3,12	2.03	2.337
3	spasi (S) m	3.2	3,1	2,91	3,23	3,2	2.85	3.272
4	Kedalaman lubang ledak (H) m	5,8	5,76	5,89	5,95	5,95	6.09	7.011
5	Tinggi Bahan Peledak (PC) m	4,43	4,33	4,54	4,42	4,37	5.481	6.3099
6	Jumlah Bahan Peledak /lubang kg	17,08	16,687	17,497	17,034	16,842	17,994	20,715
7	Batuan Terbongkar Lubang Bor m ³	63,1	57,317	50,562	59,577	59,404	31,710	48,249
8	<i>Powder factor</i>	0,270	0,291	0,346	0,285	0,283	0,567	0,43
9	<i>Blastibility Index</i>	51,25	51,25	51,25	51,25	51,25	51,25	51,25
10	RQD	80,56	84,791	68,827	76,301	72,704	65,624	54,919
11	Analisis Splitdesktop 2.0							
	Fragmentasi tertahan 50 cm	35,69	50,22	17,93	30,28	24,61	6,21	0

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Karakteristik massa batuan pada area peledakan didapatkan *rock quality design* setiap peledakan seperti peledakan satu = 80,66%, peledakan dua = 84,791%, peledakan tiga = 68,827%, peledakan empat = 76,301%, peledakan lima = 72,704 %, peledakan enam = 65,624%, peledakan tujuh = 54,919 %. Pengujian labotarium terdiri dari pengujian sifat fisik dan mekanik, dimana sifat fisik didapatkan bobot isi asli 2,68 gr/cm³, bobot isi jenuh 2,7 gr/cm³, bobot isi kering 2,65 gr/cm³, berat jenis semu 2,65. Sedangkan pengujian mekanik dilakukan dengan pengujian *point load index* yang didapatkan dengan nilai 1,79 Mpa.

2. Karakteristik massa batuan yang diperoleh dari hasil pengujian *point load indeks* dengan *fracture index* (struktur geologi aktual), dimana Index kemampuan galian hubungan antara *point load index* = 1,79 MPa dengan *fracture index* = 10,234 cm pada area peledakan didapatkan metode kemampuan galian menggunakan peledakan retakan.

3. Parameter indeks kemampuan peledakan (*blastibility index*) adalah sebagai berikut:

a. *Rock Mass Description* (mendapatkan gambaran dari massa batuan dengan mencari *Rock quality design*, dengan nilai rata-rata. Nilai tersebut dapat mengklasifikasikan penggambaran batuan yang didapatkan blocky and seamy dengan bobot 20

b. *Joint plane spacing* (jarak spasi antar kekar yang didapatkan intermediate 0,1 – 1 m didapatkan bobot 20

c. *Joint plane orientation (dip into face)* didapatkan bobot 40

d. *Specific gravity influence (SGI)* didapatkan dengan nilai 17

e. *Hardness* memakai skala mohs dengan kekerasan 5,5

Pembobotan *blastibility indeks* digunakan dengan rumus $BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$, sehingga didapatkan $0,5 \times (20 + 20 + 40 + 17 + 5.5) = 51,25$, selanjutnya dari hubungan faktor batuan dengan kemampuan peledakan batuan $A=0.12 \cdot BI$, diperoleh faktor batuan 6,15

4. Rekomendasi geometri peledakan menggunakan grafik lily berdasarkan *blastibility index*, diperoleh rancangan geometri peledakan pertama yakni dengan burden 2,03 m, spasi 2,85 m, kedalaman lubang ledak 6,09 m, powder coloum 4,37 m, *powder factor* 0,567 kg/m³ dan rancangan geometri peledakan kedua dengan burden 2,337 m, spasi 3,272 m, kedalaman lubang ledak 7,011 m, PC 5,375 m, *powder factor* 0,43 kg/m³.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan pengujian sifat fisik dan mekanik hendaklah dilihat parameter atau nilai acuan/tolak ukur dari pengujian yang penulis lakukan.
2. Fragmentasi hasil peledakan dipengaruhi oleh banyak parameter tetapi penulis menitik beratkan kepada kondisi geologi dalam peledakan, sebenarnya banyak parameter seperti delay peledakan
3. Dalam memasukan parameter prediksi hasil peledakan dengan metode kuz-ram harus dengan teliti dan memasukan hasil pengujian dalam prediksi tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2013). *Diktat Peledakan Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian. Diklat Teknik Pemberaian Batuan. Pusklat Teknologi Mineral dan Batubara*. Bandung
- [2] Rinaldo, R., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). *Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Penambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat*. *Bina Tambang*, 3(3), 1163-1173
- [3] Koesnaryo, S. (2012). *Beberapa Penyelidikan Geomekanika Yang Mudah Untuk Mendukung Rancangan Peledakan*. Fakultas Teknologi Mineral UPN. Yogyakarta.
- [4] Kuntjojo. (2009). *Metodologi Penelitian*. Kediri.
- [5] Putri, M., Yulhendra, D., & Octova, A. (2018). *Optimasi Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Dan Diggability Dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore Di Pit Durian Barat Dan Pit South Osela Site Bakan Pt J Resources Bolaang Mongondow Sulawesi Utara*. *Bina Tambang*, 3(1), 588-607.
- [6] Anonim. Modul Kriteria Analisis Penggalian.
- [7] Hustrulid, W. (1999). "Blasting Principles For Open Pit Mining". Colorado School Of Mines Golden. Colorado, USA.
- [8] Djadjulie, A., Saudah, S., & Wirakusumah, A. D. (2016). *Pengaruh Geometri Terhadap Produksi Peledakan Batuan Penutup Suatu Pendekatan Statistik*. *Jurnal ESDM*, 8(1).
- [9] Ghadafi, M. A., Komar, S., & Sudarmono, D. (2014). *Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability dan Digging Rate Alat Gali Muat di PIT MT-4 Tambang Air Laya PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).
- [10] Monjezi, M., & Rezaei, M. (2011). *Developing a new fuzzy model to predict burden from rock geomechanical properties*. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9266-9273.
- [11] Reny, s., & Tedy Agung, cahyadi. (2011). *Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur*. *Proceeding Seminae Nasional Kebumian FTM 2011 UPN*, 2-69.
- [12] Sitanggang. (2008). *Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Model "Kuz-Ram" Dengan Menggunakan Simulasi "Monte Carlo" Untuk Menentukan Faktor Batuan di Pit A Selatan - Pt. Dharma Henwa, Tbk*. Skripsi Teknik Pertambangan ITB. Bandung.
- [13] Suhendrial, S., & Kopa, R. (2018). *Analisis dan Rancangan Pola Peledakan pada Lapisan Interburden K37-K39 untuk Mendapatkan Fragmentasi yang Sesuai dengan Alat Muat di PT. Asmin Koalindo Tuhup, Kalimantan Tengah*. *Bina Tambang*, 3(4), 1592-1602.
- [14] Toha, M. T., & Wiwik, E. (2017). *Analisis Pengaruh Struktur Joint Terhadap Fragmentasi Peledakan dan Produktifitas Alat Gali Muat PT. Semen Padang (Persero), TBK*. *Jurnal Pertambangan*, 1(4).