

Evaluasi Geometri Peledakan Berdasarkan Pengaruh Perhitungan *Blastability Index* Untuk Mendapatkan Fragmentasi Ideal Pada Front Penambangan Di PT. Ansar Terang Crushindo 1 Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat.

Naufal Permanda^{1*}, Raimon Kopa^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*naufal.permanda@yahoo.com

**raimon_kopa@ft.unp.ac.id

Abstract. Geometric Determination of blasting and powder factor must show the rock mass characteristics and local geological conditions. Alternative geometry experiments were carried out to solve the resulting blasting problem. The alternative geometry design is determined using rock mass characteristics based on the Lilly Blastability Index, in the form of rock mass description, joint plane spacing, joint plane orientation, specific gravity influence and hardness. Based on the weighted results of the blasted rock mass, the Blastability Index value is 58.075. From the value, good blasting geometries are 3 inch boreholes, 2 m burden, 3 m spacing, 3.2 m blast hole, 0.2 m subdrilling, 3 m level height, 2.17 m steaming and material filling and 1.03 m explosive, 0.22 kg / m³ powder factor. From the results of the proposed geometry based on the lilly equation, the percentage of boulder desired by the company and the use of explosives is lower than the previously applied geometry.

Keywords: rock mass characteristics, blastability index, geometry, blasting, fragmentation

1 Pendahuluan

PT. Ansar Terang Crushindo adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang usaha penambangan batu andesit yang berlokasi di Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Kegiatan penambangan dilakukan menggunakan sistem penambangan terbuka dan kegiatan pemberaian batuan.^[1]

Pada kegiatan peledakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi peledakan yaitu jenis batuan, *density* batuan, kekuatan batuan, struktur batuan. Pada kegiatan peledakan dilapangan PT. ATC 1 belum memperhitungkan *factor* struktur geologi batuan sehingga muncul banyaknya rekahan dan *boulder* terjadi pada area peledakan, untuk mendapatkan geometri dan fragmentasi yang ideal, maka di perlukan pengkajian

klasifikasi massa batuan untuk mengetahui faktor batuan dan memprediksi fragmentasi hasil peledakan.

Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh perusahaan hanya didasarkan pada perhitungan menggunakan rumus R. L. Ash (1967) tanpa memperhitungkan parameter-parameter geomekanik batuan penyusun.

Berdasarkan hasil peledakan yang telah dilakukan di area kuasa penambangan masih banyak ditemukan *boulder* dengan ukuran di atas 80 cm. Perusahaan memiliki target ukuran fragmentasi 40-80 cm, karena adanya permintaan dari konsumen serta mempermudah proses penggalan alat gali muat untuk memindahkan batuan dari lokasi peledakan ke lokasi *crusher*.

2 Kajian Teori

2.1 Deskripsi Perusahaan

2.1.1 Sejarah Perusahaan

Kabupaten Lima Puluh Kota berupaya untuk lebih mengembangkan berbagai sektor pembangunan yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian daerah. Diantaranya dengan memanfaatkan potensi sektor tambang yang diperkirakan mempunyai prospek yang lebih baik untuk meningkatkan perekonomian daerah dan masyarakat.

Untuk menjawab tantangan tersebut PT. Ansar Terang Crushindo tertarik untuk terlibat dalam kegiatan penambangan Batu Andesit yang merupakan salah satu potensi tambang yang ada di Kabupaten Lima Puluh Kota ini. Usaha ini telah mendapatkan respon positif dari Pemerintahan Kabupaten Lima Puluh Kota. Terbukti dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Bupati Lima Puluh Kota Nomor : 04/IUP/KPPT-LK/2010.

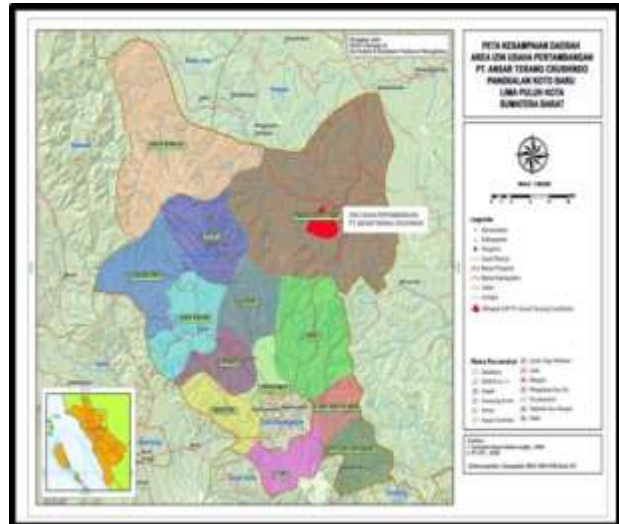
Berdasarkan Surat Keputusan Bupati inilah PT. Ansar Terang Crushindo melakukan kegiatan eksplorasi dan penambangan Batu Andesit seluas 25 Hektar di Jorong Pauah Anok Nagari Manggilang Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota.

2.1.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penambangan PT. Ansar Terang Crushindo Secara administratif berada di Jorong Pauh Anok Nagari Pangkalan Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat.

Secara geografis wilayah penambangan PT Ansar Terang Crushindo terletak pada koordinat 100°45'48" BT - 100°46'48" BT dan 00°36'45" LS - 00°37'12"LS. IUP Operasi Produksi PT.Ansar Terang Crushindo dengan luas 20Ha.

Untuk mencapai wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi PT. Ansar Terang Crushindo dari ibu kota provinsi dapat ditempuh dari Padang ke Payakumbuh dengan jalur transportasi darat ditempuh dengan kendaraan roda empat melalui jalan aspal sejauh ± 135 kilometer dapat ditempuh dalam waktu ± 4 jam. Payakumbuh ke Pangkalan dengan kendaraan roda empat melalui jalan aspal sejauh ± 50 km yang ditempuh dalam waktu ± 1 jam. Mengenai lokasi penambangan PT. Ansar Terang Crushindo dapat dilihat pada gambar 1.

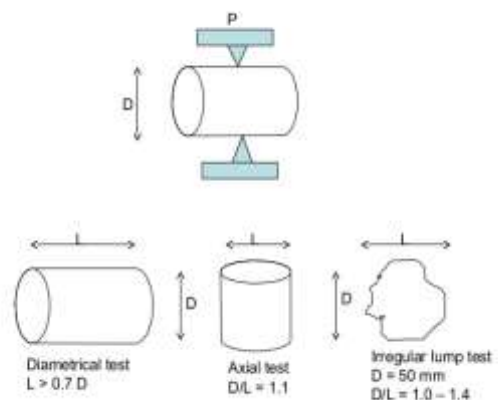


Gambar 1. Lokasi Kesampaian Daerah^[1]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Uji Point Load

Point load test adalah suatu tes yang bertujuan untuk menentukan kekuatan (*strength*) dari batu yang di tes baik berupa silinder maupun yang bentuknya tidak beraturan. *Point load test* termasuk dalam uji kuat tekan, karena pada uji kuat tekan terdapat dua macam tes yaitu *point load test* dan *brazilian test*. Pengujian *point load test* diterapkan pada percontohan yang berbentuk silinder maupun bongkahan batuan yang bentuknya tidak teratur. Pembebanan dilakukan di antara dua buah konus, dimana ujung konus akan menekan batu yang di uji pada satu arah garis lurus. Terdapat tiga variasi pengujian, yaitu *diametrical test*, *axial test*, dan *irregular lump test*, yang mana pemilihannya tergantung batu yang di uji^[2,3]



Gambar 2. Bentuk Contoh Batuan Untuk *Point Load Test*

Perhitungan *Point Load Test* dapat menggunakan rumus sebagai berikut^[4] :

1. Indeks *point load* dapat langsung dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$I_s = F P/D^2 \tag{1}$$

$$F = (D/50)^2 \tag{2}$$

Keterangan : Is = Indeks *Strength*
 P = beban maksimum
 D = Jarak antar dua kanus

2. Nilai kuat tekan uniaksial dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$\sigma_c = 23 \times I_s \tag{3}$$

keterangan : Is = Indeks *Strength (point load)*
 σ_c = Kuat tekan (UCS)

2.2.2 Pembobotan Massa Batuan

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampuledakkan atau *Blastability index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh Lilly, yaitu : *Rock mass description* (RMD), *joint plane spacing* (JPS), *joint plane orientation* (JPO), *specific gravity influence* (SGI), dan *hardness* (H)^[5]. Parameter-parameter tersebut kenyataannya sangat bervariasi. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Pembobotan Massa Batuan

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> 	NILAI 10 20 50
2. <i>Joint Mass Description</i> (JPS) <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Close (Spasi < 0,1 m)</i> ▪ <i>Intermediate (Spasi 0,1 - 1 m)</i> ▪ <i>Wide (Spasi > 1 m)</i> 	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) $SGI = 25 \times SG - 50$	
5. <i>Hardness</i> (H)	H = 0,05 (UCS), Rating 1-10 (skala Mohs)

Hubungan antara kelima parameter tersebut terhadap BI dapat dilihat pada persamaan berikut^[6] :

$$BI = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \tag{4}$$

Persamaan yang memberikan hubungan antara faktor batuan dengan indeks kemampuledakkan suatu batuan menurut Lily (1986) adalah sebagai berikut :

$$A = 0,12 \times (BI) \tag{5}$$

2.2.3 Peledakan

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pemberaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak. Menurut kamus pertambangan umum, bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat. Peledakan memiliki daya rusak bervariasi tergantung jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan digunakannya bahan peledak tersebut. Peledakan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, baik itu positif maupun negatif, seperti untuk memenuhi tujuan politik, ideologi, keteknikan, industri dan lain-lain. Contohnya besi, baja dan logam lainnya, serta bahan galian industri, seperti batubara dan gamping seringkali menggunakan peledakan untuk memperoleh bahan galian tersebut, apabila dianggap lebih ekonomis dan efisien dari pada penggalian bebas (*free digging*) maupun penggaruan (*ripping*)^[7].

2.2.3.1 Pola Peledakan

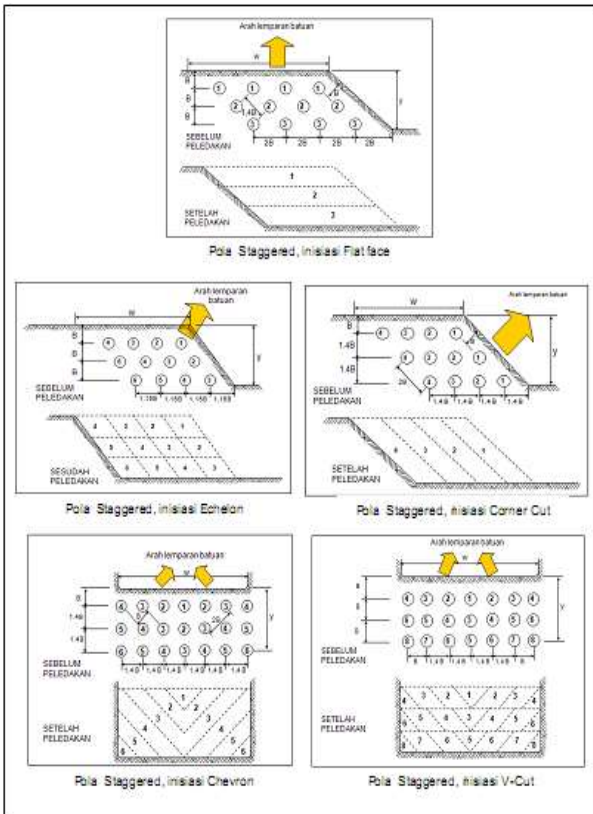
Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang – lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

1. *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batumannya ke depan dan membentuk kotak.
2. *Echelon cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batumannya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya.
3. *“V” cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batumannya kedepan dan membentuk huruf V.

Secara umum pola peledakan menunjukkan urutan atau sekuensial ledakan dari sejumlah lubang ledak. Adanya urutan peledakan berarti terdapat jeda waktu ledakan diantara lubang-lubang ledak yang disebut dengan waktu tunda atau *delay time*. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan waktu tunda (*delay time*) pada sistem peledakan antara lain adalah:

- Mengurangi getaran
- Mengurangi *overbreak* dan batu terbang (*fly rock*)
- Mengurangi getaran dan suara
- Dapat mengarahkan lemparan fragmentasi batuan
- Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan

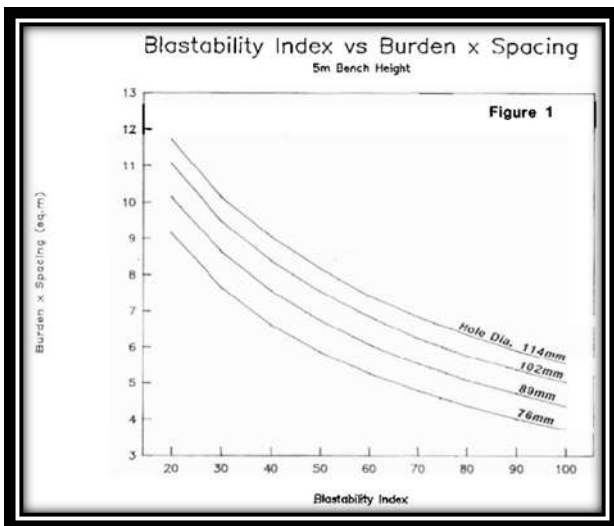
Beberapa contoh pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi dapat dilihat pada gambar berikut^[7]:



Gambar 3. Pola Peledakan

2.2.3.2 Geometri Peledakan Menurut Persamaan Lilly

Geometri yang menggunakan persamaan lilly ditentukan dengan cara penjumlahan bobot massa batuan untuk mendapatkan nilai dari *Blastability Index* dan dikonversikan menjadi nilai geometri pada peledakan melalui hubungan antara nilai *Blastability Index*, diameter lubang ledak dan nilai *spacing x burden*, adapun grafik yang menunjukkan korelasi geometri tersebut terdapat pada gambar berikut^[7].



Gambar 4. Korelasi BI Terhadap Geometri

2.2.3.3 Fragmentasi Batuan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau *boulder* diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) di tepi jalan tambang. Hasil dari fragmentasi juga sangat menentukan hasil produksi suatu perusahaan dan target pada penjualan suatu perusahaan. Perhitungan persentase fragmentasi hasil peledakan bisa menggunakan metode perhitungan Kuz-Ram. Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari persamaan Kuznetsov dan persamaan Rossin-Rammler. Persamaan Kuznetsov memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan Rossin-Rammler menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan Kuznetsov adalah sebagai berikut^[9] :

$$X = A \times \left(\frac{V}{Qe}\right)^{0,8} \times Qe^{0,17} \times \left(\frac{115}{E}\right)^{-0,63} \tag{6}$$

Keterangan :

- X = Ukuran rata – rata fragmentasi batuan (cm)
- A = Faktor batuan
- Vo = Volume batuan yang terbongkar (m³)
- Qe = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)
- E = RWS bahan peledak (ANFO = 100)

$$R_x = e^{-\left(\frac{x}{x_c}\right)^n} \times 100\% \tag{7}$$

Keterangan :

- R_x = Peresentase massa batuan yang lolos dengan ukuran x (cm)
- Xc = Karakteristik ukuran (cm)
- X = Ukuran ayakan (cm)
- N = Indeks keseragaman

Xc dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$Xc = \frac{x}{0,693^{1/n}} \tag{8}$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh Cunningham dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini^[9] :

$$n = \left[2,2 - \left(14 \times \frac{B}{d} \right) \right] \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \left[1 + \frac{(A-1)}{2} \right] \times \frac{PC}{L} \tag{9}$$

Keterangan :

- B = Burden (m)
- D = Diameter (m)
- W = Standar deviasi lubang bor (m)
- A = Rasio spasi/burden
- PC = Panjang muatan handak (m)
- H = Tinggi jenjang (m)

3 Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang memperoleh data dan informasi dalam bentuk angka, nilai dari proses pengumpulan data, penafsiran data serta penampilan dari hasil akhirnya. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel lain.

3.2 Jenis Data Penelitian

Jenis data yang digunakan berdasarkan cara memperolehnya yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber datanya. Sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh atau dikumpulkan peneliti dari berbagai sumber yang telah ada. Data primer meliputi geometri peledakan, dan sampel batuan.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Data Primer

Adapun data primer diperoleh dengan cara mengamati langsung di lapangan dan menghitung nilai-nilai parameter geomekanika. Selain nilai dari parameter – parameter geomekanika di lapangan, pengambilan data aktual peledakan baik itu berupa geometri peledakan, banyak bahan peledak dan volume batuan yang ingin dibongkar

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung seperti dari literatur-literatur. Data-data sekunder untuk menunjang penelitian ini yaitu meliputi peta geologi, genesa batuan gamping, kualitas batuan gamping, dan data-data peledakan dilapangan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.1.1 Menghitung Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating (RMR)

Penelitian langsung dilapangan untuk menentukan nilai massa batuan dengan menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR). Mengumpulkan parameter parameter RMR dilapangan seperti perhitungan jarak bidang diskontinuitas dan penggambaran massa batuan di lapangan.

3.1.2 Pengujian Laboratorium Untuk Kuat Tekan

Sampel yang didapatkan di lapangan diuji di laboratorium untuk mendapatkan hasil kuat tekan dari beberapa sampel yang telah diambil di lapangan, pengujian menggunakan metode UCS untuk mendapatkan hasil yang menunjang penelitian selanjutnya.

3.1.3 Analisa Rock Mass Rating (RMR)

Pengumpulan data-data yang telah didapatkan dan menganalisis sesuai dengan parameter-parameter geomekanika. selanjutnya melakukan perhitungan RQD, JPS, JPO, SGI dan *Hardness*.

3.1.4 Menentukan Nilai Blastability Index

Setelah mendapatkan nilai dari parameter massa batuan dan analisis dari nilai geomekanika maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan *blastability index* dengan menggunakan persamaan lilly.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Geometri dan Hasil Fragmentasi Peledakan Aktual

Geometri yang digunakan adalah *spacing* 2 m, dan *burden* 2 m, kedalaman lubang bor dirata – ratakan 3,3 m dengan isian bahan peledak sebesar 3 kg per lubang yang merupakan ketentuan dari perusahaan. Adapun rata-rata geometri aktual dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Geometri Aktual

Variabel Peledakan	Geometri Aktual
Diameter Mata Bor	3 inch
<i>Burden</i> (B)	2 m
<i>Spacing</i> (S)	2 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,3 m
<i>Subdrilling</i> (J)	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3,1 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	0,78 m
<i>Loading Density</i> (de)	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	3 kg
<i>Powder factor</i> (PF)	0,25 kg/m ³
batuan terbongkar perlubang	12,4 m ³
Fragmentasi Tertahan	40,00%
Fragmentasi Lolos	60,00%

Berdasarkan tabel 2 di atas hasil geometri aktual masih banyak menghasilkan ukuran fragmentasi diatas 80 cm dengan rata-rata persentase *boulder* 40 %. Dimana hasil ini belum maksimal dari apa yang diinginkan oleh perusahaan karena semakin banyaknya *boulder* , akan berpengaruh terhadap produksi batuan

yang terangkut ke *crusher*. Adapun hasil peledakan aktual dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Fragmentasi Hasil Peledakan Geometri Aktual

4.2 Karakteristik Massa Batuan

Jenis batuan yang menyusun lapisan di lapangan lokasi PT. ATC1 adalah batu andesit. Salah satu sifat fisik batuan yang paling berpengaruh terhadap hasil peledakan adalah bobot isi batuan. Semakin besar bobot isi batuan maka energi yang dibutuhkan untuk membongkar massa batuan tersebut akan semakin besar pula^[12]. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan diketahui bahwa *specific gravity* batuan andesit di lokasi penelitian adalah 2,45. Sedangkan sifat mekanik yang mempengaruhi hasil peledakan adalah *uniaxial compressive strenght* (UCS). Adapun nilai UCS rata – rata berdasarkan uji *point load* dari batuan di lapangan adalah 98 Mpa.

Indeks kemampusedakkan batuan (*blastability index*) di PT. ATC1 menurut Lilly (1986) diperoleh dari penjumlahan nilai – nilai dari kelima parameter yaitu deskripsi massa batuan, spasi bidang kekar, orientasi bidang kekar, pengaruh *specific gravity*, dan kekerasan dapat dilihat pada tabel 3. Batuan andesit di lokasi penambangan PT. ATC1 memiliki bobot *specific gravity influence* 11,25 dan UCS sebesar 98 MPa.

Tabel 3. Pembobotan Massa Batuan

1. Rock Mass Description (RMD)	RATING
1.1. Powder/friable	10
1.2. Blocky	20
1.3. Totally Massive	50
2. Joint Plane Spacing (JPS)	RATING
2.1. Close (<0,1 m)	10
2.2. Intermediate (0,1 – 1,0 m)	20
2.3. Wide (>1,0 m)	50
3. Joint Plane Orientation (JPO)	RATING
3.1. Horizontal	10
3.2. Dip Out of Face	20
3.3. Strike Normal to Face	30
3.4. Dip Into Face	40
4. <i>Specific Gravity Influence</i> (SGI)	11,25
5. <i>Hardness</i> (H)	4,90

Berdasarkan persamaan lilly untuk mendapatkan nilai *Blastability Index* dari pembobotan massa batuan sebagai berikut :

$$BI = 0,5 (RMD+JPS+JPO+SGI+H)$$

$$BI = 0,5 (50+20+30+11,25+4,90)$$

$$BI = 0,5 (116,15)$$

$$BI = 58,075$$

Sedangkan nilai faktor batuan (A) didapatkan sebesar :

$$\text{Faktor Batuan (A)} = 0,12 BI$$

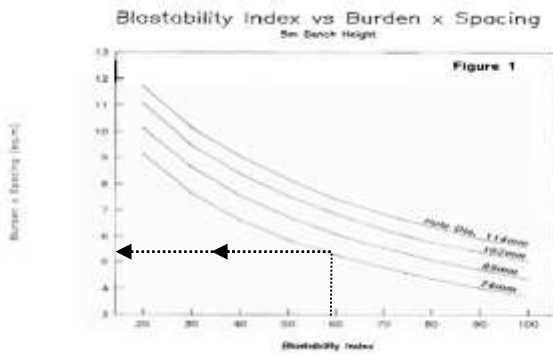
$$\text{Faktor Batuan (A)} = 0,12(58,075)$$

$$\text{Faktor Batuan (A)} = 6,9$$

4.3 Analisis Geometri Usulan

4.3.1 Geometri Usulan I

Pada geometri usulan dengan menggunakan persamaan lilly untuk mendapatkan nilai *burden* dan *spasinya* yang didapatkan dari nilai *blastability index* batuan, dan untuk nilai yang lainnya kita tetap mengacu terhadap nilai yang telah di tentukan oleh perusahaan. Adapun nilai dari *blastability index* yang didapatkan dari parameter geomekanika adalah 58,075. Nilai *burden* dan *spacing* dapat kita lihat dari grafik berikut : 58,075



Gambar 6. Korelasi Nilai BI Terhadap Geometri Usulan I

Analisa dengan menggunakan nilai *Blastability Index* yang didapatkan dari parameter batuan hasil pemantauan di lapangan dan dilanjutkan menentukannya dengan menggunakan persamaan lilly maka didapatkan nilai geometrinya. Adapun geometri hasil peledakan usulan I dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Geometri Peledakan Usulan I

Variabel Peledakkan	Geometri Usulan I
Diameter Mata Bor	3 inch
Burden (B)	2 m
Spacing (S)	3 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,2 m
Subdrilling (J)	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	1,2 m
Loading Density (de)	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	4,7 kg
Powder factor (PF)	0,25 kg/m ³
batuan terbongkar perlubang	18 m ³
Fragmentasi Tertahan	22,27%
Fragmentasi Lolos	77,73%

4.3.1.1 Fragmentasi Geometri Usulan I

Persentase hasil fragmentasi geometri usulan I dapat dilihat pada tabel 5.

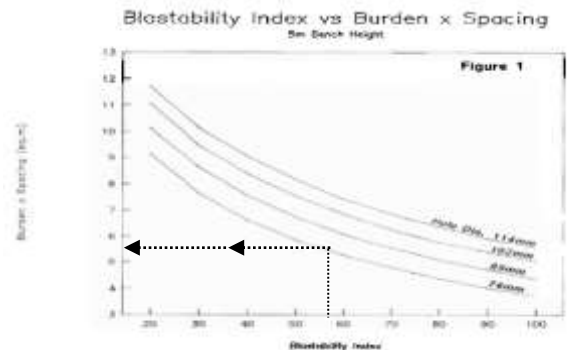
Tabel 5. Persentase Fragmentasi Geometri Usulan I

No.	Ukuran Ayakan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
1	100	15,30	84,70
2	90	18,46	81,54
3	80	22,27	77,73
4	70	26,87	73,13
5	60	32,42	67,58
6	50	39,11	60,89
7	40	47,19	52,81
8	30	56,94	43,06
9	20	68,69	31,31
10	10	82,88	17,12

Dari tabel 5 di atas dapat dilihat tingkat kelolosan dan tertahannya ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan yang dilakukan di lapangan tambang *quarry* PT. ATC1 berdasarkan persamaan lilly. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwasanya pada ayakan 80 cm rata-rata batuan yang lolos adalah 77,73 % dan rata-rata batuan yang tertahan pada ayakan 80 cm adalah 22,27 %

4.3.2 Geometri Usulan II

Pada geometri usulan dengan menggunakan persamaan lilly untuk mendapatkan nilai *burden* dan *spasinya* yang didapatkan dari nilai *blastability index* batuan, dan untuk nilai yang lainnya kita tetap mengacu terhadap nilai yang telah di tentukan oleh perusahaan. Adapun nilai dari *blastability index* yang didapatkan dari parameter geomekanika adalah 58,075. Nilai *burden* dan *spacing* dapat kita lihat dari grafik berikut :



Gambar 7. Korelasi Nilai BI Terhadap Geometri Usulan II

Analisa dengan menggunakan nilai *Blastability Index* yang didapatkan dari parameter batuan hasil pemantauan di lapangan dan dilanjutkan menentukannya dengan menggunakan persamaan lilly maka didapatkan nilai geometrinya. Adapun geometri hasil peledakan usulan II dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Geometri Usulan II

Variabel Peledakkan	Geometri Usulan II
Diameter Mata Bor	3 inch
Burden (B)	2,2 m
Spacing (S)	2,7 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,2 m
Subdrilling (J)	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	1 m
Loading Density (de)	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	3,87 kg
Powder factor (PF)	0,21 kg/m ³
batuan terbongkar perlubang	17,82 m ³
Fragmentasi Boulder	41,24%
Fragmentasi Lolos	58,76%

4.3.2.1 Fragmentasi Geometri Usulan II

Persentase hasil fragmentasi geometri usulan II dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Persentase Fragmentasi Geometri Usulan II

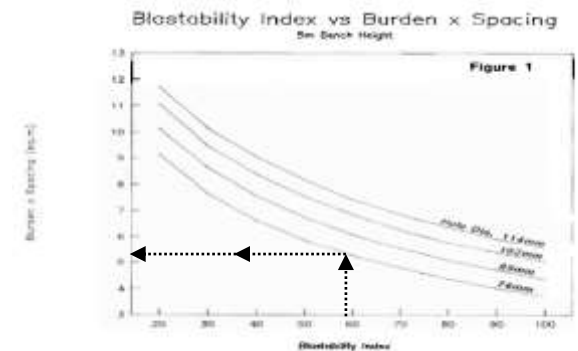
No.	Ukuran Ayakan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
1	100	31,15	68,85
2	90	35,00	65,00
3	80	41,24	58,76
4	70	44,20	55,80
5	60	49,67	50,33
6	50	55,81	44,19
7	40	62,71	37,29
8	30	70,47	29,53
9	20	79,19	20,81
10	10	88,99	11,01

Dari tabel 7 di atas dapat dilihat tingkat kelolosan dan tertahannya ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan yang dilakukan di lapangan tambang *quarry* PT. ATC1 berdasarkan persamaan lilly. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwasanya pada ayakan 80 cm rata-rata batuan yang lolos adalah 58,76 % dan rata-rata batuan yang tertahan pada ayakan 80 cm adalah 41,24 %

4.3.3 Geometri Usulan III

Pada geometri usulan dengan menggunakan persamaan lilly untuk mendapatkan nilai *burden* dan *spacing* yang didapatkan dari nilai *blastability index* batuan, dan untuk nilai yang lainnya kita tetap mengacu terhadap nilai yang telah di tentukan oleh perusahaan. Adapun nilai dari

blastability index yang didapatkan dari parameter geomekanika adalah 58,075. Nilai *burden* dan *spacing* dapat kita lihat dari grafik berikut :



Gambar 8. Korelasi Nilai BI Terhadap Geometri Usulan III

Analisa dengan menggunakan nilai *Blastability Index* yang didapatkan dari parameter batuan hasil pemantauan di lapangan dan dilanjutkan menentukannya dengan menggunakan persamaan lilly maka didapatkan nilai geometrinya. Adapun geometri hasil peledakan usulan III dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Geometri Usulan III

Variabel Peledakkan	Geometri Usulan II
Diameter Mata Bor	3 inch
Burden (B)	2,4 m
Spacing (S)	2,5 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,2 m
Subdrilling (J)	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	0,8 m
Loading Density (de)	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	3,096 kg
Powder factor (PF)	0,17 kg/m ³
batuan terbongkar perlubang	18 m ³
Fragmentasi Boulder	58,68%
Fragmentasi Lolos	41,32%

4.3.3.1 Fragmentasi Geometri Usulan III

Persentase Hasil Fragmentasi Geometri Usulan III Dapat Dilihat Pada Tabel 9.

Tabel 9. Persentase Fragmentasi Geometri Usulan III

No.	Ukuran Ayakan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
1	100	51,36	48,64
2	90	54,90	45,10
3	80	58,68	41,32
4	70	62,73	37,27
5	60	67,05	32,95
6	50	71,67	28,33
7	40	76,60	23,40
8	30	81,88	18,12
9	20	87,52	12,48
10	10	95,59	4,41

4.3.4 Perbandingan Hasil Fragmentasi Geometri Usulan

Berdasarkan perhitungan geometri usulan diatas didapatkan hasil rata-rata fragmentasi dari ketiga geometri usulan dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Hasil rata-rata fragmentasi geometri usulan yang tertahan

Persentase Tertahan				
No.	Ukuran Ayakan	Geometri I	Geometri II	Geometri III
1	100	15,30	31,15	51,36
2	90	18,46	35,00	54,90
3	80	22,27	41,24	58,68
4	70	26,87	44,20	62,73
5	60	32,42	49,67	67,05
6	50	39,11	55,81	71,67
7	40	47,19	62,71	76,60
8	30	56,94	70,47	81,88
9	20	68,69	79,19	87,52
10	10	82,88	88,99	95,59

Tabel 10. Hasil Rata-Rata Fragmentasi Geometri Usulan Yang Lolos.

Persentase Lolos				
No.	Ukuran Ayakan	Geometri I	Geometri II	Geometri III
1	100	84,70	68,85	48,64
2	90	81,54	65,00	45,10
3	80	77,73	58,76	41,32
4	70	73,13	55,80	37,27
5	60	67,58	50,33	32,95
6	50	60,89	44,19	28,33
7	40	52,81	37,29	23,40
8	30	43,06	29,53	18,12
9	20	31,31	20,81	12,48
10	10	17,12	11,01	4,41

Dari tabel di atas didapatkan hasil perbandingan fragmentasi geometri usulan, dimana dari ketiga geometri usulan, hasil fragmentasi yang lebih baik adalah geometri usulan I. Maka dari itu penulis menggunakan geometri usulan I untuk diuji cobakan dilapangan.

4.4 Hasil Uji Coba Geometri Usulan

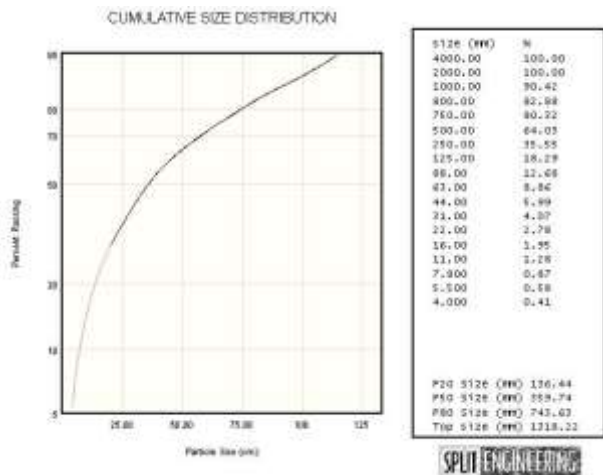
Hasil rata-rata geometri usulan dapat dilihat pada tabel 11 dibawah ini

Tabel 11. Rata-rata Geometri Usulan

Variabel Peledakkan	Geometri Usulan I
Diameter Mata Bor	3 inch
Burden (B)	2 m
Spacing (S)	3 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,2 m
Subdrilling (J)	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	1,2 m
Loading Density (de)	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	4,7 kg
Powder factor (PF)	0,26 kg/m ³
Batuan Terbongkar Perlubang	18 m ³

4.4.1 Perhitungan Fragmentasi Dengan Split Desktop

Dari hasil pengolahan dengan *software split desktop* maka didapatkan kurva distribusi fragmentasi peledakan dari uji coba geometri usulan seperti gambar 9 dibawah ini



Gambar 9. Kurva hasil perhitungan fragmentasi dengan *split desktop*

Berdasarkan gambar diatas, terlihat bahwa distribusi fragmentasi peledakan yang ditampilkan yaitu berupa kurva persentase kelolosan material pada ayakan dari ukuran 10 – 100 cm. Adapun hasil fragmentasi yang lolos pada ukuran 80 cm adalah 82,88 % dan hasil fragmentasi *boulder* adalah 17,12 %.

4.5 Perbandingan Geometri Aktual dengan Geometri Usulan

Hasil perbandingan geometri aktual dengan geometri usulan dapat dilihat pada tabel 12 dibawah ini.

Tabel 12. Hasil Perbandingan Geometri Aktual Dengan Geometri Usulan

Variabel Peledakkan	Geometri Aktual	Geometri Usulan I
Diameter Mata Bor	3 inch	3 inch
Burden (B)	2 m	2 m
Spacing (S)	2 m	3 m
Kedalaman Lubang Ledak (L)	3,3 m	3,2 m
Subdrilling (J)	0,2 m	0,2 m
Tinggi Jenjang (H)	3,1 m	3 m
Tinggi Bahan Peledak (PC)	0,78 m	1,03 m
Loading Density (de)	3,87 kg/m	3,87 kg/m
Jumlah Bahan Peledak Perlubang	3 kg	4,7 kg
Powder factor (PF)	0,25 kg/m ³	0,26 kg/m ³
batuan ter bongkar per lubang	12,4 m ³	18 m ³

Fragmentasi <i>boulder</i>	40,00%	17,12%
Fragmentasi Lolos	60,00%	82,88%

Pada hasil peledakan yang telah dilakukan dengan geometri aktual dan geometri usulan maka dapat disimpulkan untuk geometri peledakan aktual dilakukan sebelumnya masih belum efektif atau efisien karena masih banyak terdapat *boulder*. Pada geometri usulan hasil fragmentasi *boulder* yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan geometri aktual.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Metode penambangan yang digunakan dalam penambangan di PT. Ansar Terang Crushindo yaitu metode *quarry*. Untuk pembongkaran material batu *andesit* di PT. Ansar Terang Crushindo yaitu menggunakan kegiatan peledakan karena tidak dapat digali oleh alat gali muat. Adapun geometri peledakan aktual yang sering digunakan perusahaan dalam kegiatan peledakan yaitu diameter lubang bor 3 inch, *burden* 2 m, *spasi* 2 m, kedalaman lubang ledak 3,3 m, *subdrilling* 0,2 m, tinggi jenjang 3,1 m, panjang kolong isian 0,78 m, *stemming* 2,55 m, *powder factor* 2,6 kg/m³ dan isian bahan peledak per lubang 3 kg.
2. Dari hasil perhitungan fragmentasi peledakan dari kegiatan peledakan aktual perusahaan didapatkan rata-rata persentase fragmentasi ukuran *boulder* 40 % sehingga rata-rata fragmentasi ukuran *boulder* yang dihasilkan belum bisa dikatakan baik karena fragmentasi peledakan ukuran *boulder* masih tergolong banyak.
3. Dari data parameter di lapangan dan disesuaikan dengan nilai pembobotan *Blastability Index* maka didapatkan nilai total bobot untuk *Blastability Index* di lokasi penambangan PT. Ansar Terang Crushindo sebesar 58,075 dan nilai faktor batuan 6,9.
4. Berdasarkan hasil perhitungan geometri usulan dengan metode persamaan lilly didapatkan parameter geometri yang baru yaitu *burden* 2 m, *spasi* 3 m, *stemming* 2 m, panjang isian bahan peledak 1,2 m, *powder faktor* 2,5 kg/m³ dan isian bahan peledak per lubang 4,7 kg.
5. Dari hasil uji coba geometri usulan dilapangan didapatkan hasil fragmentasi peledakan dengan perhitungan *software split desktop* untuk ukuran 80 cm yaitu 82,88 % , dan hasil *boulder* 17,12 %
6. Hasil perbandingan geometri aktual dan geometri usulan sebagai berikut :
 - a. Geometri aktual dengan *burden* 2 m, *spasi* 2 m, *stemming* 2,55 m , panjang isian bahan peledak 0,78 m , *powder faktor* 0,26 kg/m³ dan isian

bahan peledak perlubang 3 kg. Hasil fragmentasi peledakan ukuran 80cm 60% dan boulder 40%.

- b. Geometri usulan dengan *burden* 2 m, *spasi* 3 m, *stemming* 2 m, panjang isian bahan peledak 1,2 m, *powder factor* 0,25 kg/m³ dan isian bahan peledak perlubang 4,7 kg. Hasil fragmentasi peledakan ukuran 80 cm 82,88 % dan boulder 17,12 %.

5.2 Saran

1. Dalam menggunakan metode *blastability index* yang baik dan berhubungan dengan kemampuan ledak batuan diperlukan ketelitian dalam menentukan nilai dari parameter geomekanika yang didapatkan di lapangan.
2. Sebaiknya untuk mendapatkan hasil yang baik untuk nilai *blastability index* alangkah baiknya memiliki banyak sampel atau daerah pemetaan yang benar – benar bisa mendukung penelitian.
3. Untuk mendapatkan geometri yang baik dalam melakukan peledakan pada suatu lokasi penambangan, perlu dilakukannya banyak percobaan. Sehingga akan didapatkan perbandingan yang akurat antara satu geometri dengan geometri lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim PT. Ansar Terang Crushindo
- [2] Z. Bieniawski. *Determining rock mass deformability : Experience from case histories. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts.* **15**(5), PP. 237 – 247. DOI : 10.1016/0148-9062(78)90956-7. (2002)
- [3] E. Hoek. *Strength of rock and rock masses, ISRM New Journal,* **2**(2). 4 –16. (1994)
- [4] S. Kramadibrata. *Mekanika Batuan. Prodi Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung.* (2010)
- [5] M. Chatzianglou, B, Christaras. *Blastability Index on Poor quality rock mass Int. J. Of Civil Engineering (IJCE).* **2**, 5, PP. 9 – 16. (2003)
- [6] L. Peter. *An Empirical Method of Assessing Rock Mass Blastability. The Aus IMM/IE Aust Newman Combine Group, Large Open Pit Mining Conference,* 89 – 92. (1986)
- [7] A. Suwandi. *Diktat Kursus Juru Ledak XIV pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian. Pusklat Teknologi Mineral dan Batubara.* (2009).
- [8] W. Hustrulid. *Blasting Principles for open pit mining I. Colorado School of Mines, Golden Colorado.* Page 83 – 84. (1999)
- [9] G. Andini, Nurhakim, H. Gunawan. *Evaluasi Geometri Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan pada Penambangan Batu Gamping di PT. Semen Tonasa.* Jurnal HIMASAPTA, **2**,2. (2017)
- [10] C. Cunningham. *The Kuz-Ram model for Prediction of Fragmentation from Blasting. First Int. Symp. Rock frag. By Blasting,* Lulca. 439 – 453. (1983)
- [11] Koesnaryo. *Beberapa Penyelidikan Geomekanika yanag Mudah untuk Mendukung Rancangan Peledakan. Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika ke – 1.* Jakarta. (2012)
- [12] D. Hyam Saleh, R. Kamal Ahmad, M. Younis. *Correlation of Uniaxial Compressive Strength and Modulus of Elasticity with point load Strength Index, Pulse Velocity and Dry Density of Limestone and Sandstone Rock in Sulaimani Governorate, Kurdistan Region, Iraq.* **19**, PP. 3 – 4. (2017)
- [13] L. Zhang. *Estimating the strength of jointed Rock Mass, Rock Mechanics and Rock Engineering.* **43**, PP. 391 – 402, (2010)
- [14] L, Zhang. *A geomechanic classification system for the rating of rock mass in mine design. The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy.* **90**, PP. 257 – 273. (1990)
- [15] S. Osmaini, H. Prabowo, R. Kopa. *Pemetaan Kestabilan Lereng Pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian PT. J Resources Bolaang Mongodow site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongodow Sulawesi Utara.* E – Journal UNP, **2**,2. (2017)
- [16] N. Widi, A. Rakman. *Studi Rekomendasi Penggalian dari Struktur Lemah dan Kekuatan Batuan Lava Andesit di Daerah Girimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi DIY Yogyakarta.* Jurnal Teknologi Technoscientia, **9**,1. (2016)
- [17] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Jakarta: Alfabeta. (2017).
- [18] Safarudin, Purwanto, Djamaludin. *Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Materials Blasting.* Jurnal JPE - UNHAS. **20**, 2. (2016)
- [19] B. Bozic. *Monitoring to Evaluate Blasting Quality and the Prediction of Fragmentation. Int Engineering Modelling Journal,* **14**, 61 – 71. (2001)
- [20] A. Ardianto, E. Prasetyawati, M. Rizki. *Analisis Powder Factor dan Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-Ram pada Tambang Batubara di Provinsi Kalimantan Timur.* Journal Geomine. **4**,2. (2016)