

BAB IV

PROSEDUR DAN PENGOLAHAN DATA

Dari kegiatan peledakan pada tambang andesit di CV JBP, untuk mengetahui geometri peledakan berdasarkan (ukuran diameter lubang ledak, ukuran *burden*, panjang *spacing*, lubang ledak, tinggi jenjang) serta mengetahui penggunaan bahan peledak dan jumlah lubang ledak yang digunakan.

4.1 Kegiatan Peledakan Aktual

4.1.1 Pengeboran lubang ledak

Kegiatan pengeboran lubang ledak di CV JBP dilakukan oleh kontraktor CV SUMIBAS. Alat bor yang digunakan adalah jenis CRD Furukawa dengan ukuran diameter mata bor 3,5 inchi, searah *vertical*, jumlah lubang ledak 25 lubang.

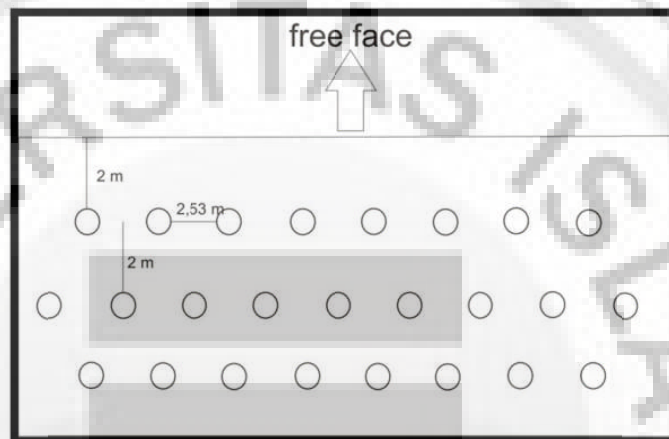


Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2014

Gambar 4.1
Foto kegiatan pengeboran lubang ledak A aktual
dan Diameter lubang ledak B aktual

4.1.2 Pola Peledakan dan Waktu Tunda

Pola pemboran yang diterapkan saat ini adalah pola *straggered square pattern* (pola zig-zag), dengan serentak setiap baris dan beruntun untuk baris berikutnya dengan *delay* detonator untuk perbedaan waktu, terlihat pola lubang ledak pada (Gambar 4.2)



Gambar 4.2
pola lubang ledak aktual

Satuan perbedaan waktu yang digunakan oleh detonator adalah *millisecond* (ms), detonator yang tersedia mulai nomor 1 sampai 7 dengan perbedaan waktu (*delay time*) untuk tiap nomor detonator sebesar 25 ms.

4.1.3 Pemakaian Bahan Peledak Aktual

Bahan peledak yang digunakan adalah ANFO (ammonium nitrat fuel oil) dengan perbandingan berat 94,5 % ammonium nitrat dan 5,5 % Fuel Oil. Dengan primer (*power gel*) **Dayagel** buatan **PT Dahana**, dari perbandingan tersebut dapat dihitung nilai ZOB (*zero oxygen balance*).

ZOB adalah nilai kesetimbangan jumlah oksigen yang tepat dalam suatu campuran bahan peledak sehingga seluruh reaksi menghasilkan hidrogen menjadi

hidrogen dioksida (H_2O), carbon menjadi (CO_2) dan nitrogen menjadi (N_2) bebas, di dalam hasil reaksinya hanya ketiga unsur tersebut yang terbentuk. Berikut campuran bahan peledak dengan komposisi amonium nitrat (AN) 94,5 % dan fuel oil (FO) 5,5 %.

Berat atom C = 12, N = 14, O = 16, H = 1



Berat Molekul AN = $(2 \times 14) + (4 \times 1) + (3 \times 16) = 80$

Jumlah Grat tiap unsur per 100 gr pada masing – masing unsur :

- N = 2 gram/mole $\left(\frac{2}{80}\right) \times 100 = 2,5$ gram /100 gr
- H = 4 gram/mole $\left(\frac{4}{80}\right) \times 100 = 5$ gram /100 gr
- O = 3 gram/mole $\left(\frac{3}{80}\right) \times 100 = 3,75$ gram /100 gr

Berat molekul FO = $(1 \times 12) + (2 \times 1) = 14$

Jumlah grat/molekul pada masing – masing unsur

- C = 1 gram /mole $\left(\frac{1}{14}\right) \times 100 = 7,14$ gram /100gr
- H = 2 gram /mole $\left(\frac{2}{14}\right) \times 100 = 14,2$ gram /100 gr

Tabel 4.1
Analisa Gram per 100 gram

Bahan Peledak	(%)	Ho	Co	No	Oo
AN	94.5	$94,5\% \times 5 = 4,725$		$94,5\% \times 2,5 = 2,3625$	$94,5\% \times 3,75 = 3,54375$
FO	5.5	$5,5\% \times 14,2 = 0,781$	$5,5\% \times 7,14 = 0,39275$		
Jumlah		5.506	0.3927	2.365	3.5384

Hasil di atas jika kita substitusikan ke persamaan ;

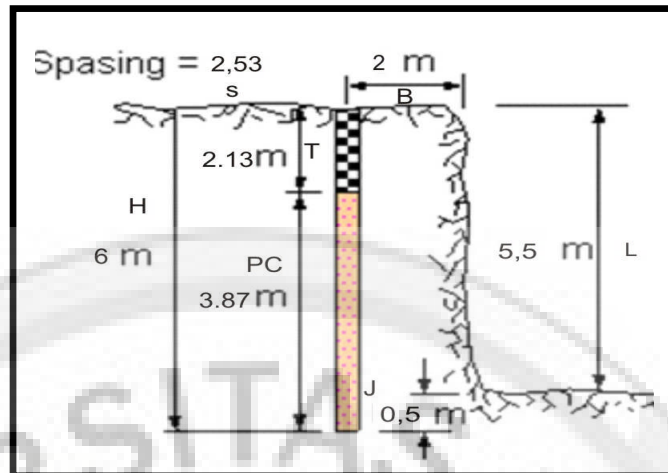
$$\begin{aligned}
 \text{Oxygen Balance} &= O_o - 2C_o - \frac{1}{2}H_o \\
 &= 3,5384 - 2(0,3927) - \frac{1}{2}(5,506) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Pengisian bahan peledak dilakukan cara manual yaitu dengan memasukkan primer (*power gel*) yang telah dipasang detonator dan ANFO ke dalam lubang ledak. Penggunaan bahan peledak pada proses kerja di lokasi penambangan adalah sebesar 17 kg/lubang.

4.2 Geometri Peledakan Aktual

Geometri peledakan pada (Gambar 4.3) yang digunakan pada saat kegiatan peledakan meliputi : *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, Kedalaman lubang ledak dan Tinggi jenjang, sebagai berikut :

- *Burden* (B) = 2 meter
- *Spasing* (S) = 2,53 meter
- *Subdriling* (J) = 0,5 meter
- *Steaming* (T) = 2,13 meter
- Kedalaman lubang (H) = 6 meter
- Kolom isian (Pc) = 3,87 meter
- Tinggi jenjang (L) = 5,5 meter



Gambar 4.3
Geometri Peledakan Aktual

4.2.1 Produksi Hasil Peledakan Aktual

Produksi batuan andesit hasil dari peledakan dengan geometri aktual pada saat di lapangan sebesar 16.212 ton/bulan. Dimana tidak tercapai target produksi sebesar 24.000 ton/bulan untuk perhitungan secara aktual terdapat pada (Lampiran B).

4.2.2 Powder Factor

Powder factor adalah perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap volume batuan yang akan diledakkan. Pada kegiatan peledakan di lapangan dengan geometri yang diterapkan saat ini nilai *powder factor* didapat sebesar $0,55 \text{ kg/m}^3$ dapat dilihat pada (Lampiran A).

4.2.3 Perhitungan teoritis dari hasil fragmentasi peledakan saat ini

Pada perhitungan fragmentasi secara teoritis berdasarkan hasil peledakan batuan andesit aktual, dengan menggunakan perhitungan **Kutznezov-Cunningham (Kuz-Ram)**.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2014

Gambar 4.4
Hasil Fragmentasi A dan B Bolder Aktual

$$\begin{aligned}
 X &= A \times \left(\frac{V}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \\
 &= 7 \times \left(\frac{30,36}{16,56}\right)^{0,8} \times 16,56^{0,17} \times \left(\frac{100}{115}\right)^{-0,63} \\
 &= 20,01 \text{ cm} \\
 n &= \left(2,2 - 14\frac{B}{D}\right) \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \left(1 + \frac{(A-1)}{2}\right) \times \left(\frac{PC}{L}\right) \\
 &= \left(2,2 - 14\frac{2}{88,9}\right) \times \left(1 - \frac{0,005}{2}\right) \times \left(1 + \frac{(1,3-1)}{2}\right) \times \left(\frac{3,87}{5,5}\right) \\
 &= 1,50 \\
 X_{XC} &= \frac{X}{(0,693)^{1/n}} \\
 X_{XC} &= \frac{20,01}{(0,693)^{1/1,50}} \\
 &= 43,26 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- Untuk tingkat fragmentasi ($> 70 \text{ cm}$)

$$\begin{aligned}
 R &= 100 \left[e^{\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \right] \\
 R_{70} &= 100 \left[\frac{70}{43,26} \right]^{1,61} \\
 &= 100 \left[\ell^{-2,05} \right] \\
 &= 12,79 \% \text{ (fragmentasi } \geq 70 \text{ cm)}
 \end{aligned}$$

- Untuk tingkat fragmentasi ($< 70 \text{ cm}$)

$$R < 70 \text{ cm} = 100 \% - 12,79 \% = 87,21\%$$

hasil pengamatan bahwa geometri peledakan mempengaruhi distribusi fragmentasi, ukuran fragmentasi yang diprediksi 43,26 cm dengan produksi peledakan 16.212 ton/bulan (Lampiran A).

4.3 Perhitungan geometri peledakan secara teoritis

Geometri peledakan yang digunakan sangat mempengaruhi dalam hasil perolehan fragmentasi material batuan andesit dari kegiatan peledakan dan produksi yang didapat.

Pada perhitungan geometri secara teoritis dilakukan simulasi dengan kondisi penurunan nilai *powder factor* yaitu $0,5 \text{ kg/m}^3$; $0,45 \text{ kg/m}^3$; $0,40 \text{ kg/m}^3$; $0,35 \text{ kg/m}^3$; $0,30 \text{ kg/m}^3$; dan $0,25 \text{ kg/m}^3$ dengan diameter lubang ledak yang berbeda yaitu 2,5"; 3" dan 3,5".

Adapun formula yang dijadikan acuan untuk mendapatkan geometri alternatif adalah formula **R.L Ash**. Untuk menentukan besarnya burden secara teori perlu diketahui nilai *burden ratio*.

Nilai (kb) dipengaruhi oleh jenis batuan yang akan diledakkan dan bahan peledak yang akan dipakai. Berdasarkan **R.L Ash** harga Kb standar = 30 dengan kondisi sebagai berikut :

- De = 2,5"; 3" dan 3,5"
- Spesifik Gravity ANFO (SGe) = 0,85
- Spesifik Gravity handak standar (SGstd) = 1,2
- Kecepatan detonasi (Ve) = 10,498 ft/det
- Kecepatan detonasi standart (Ve std) = 12.000 ft/det

Sehingga untuk menentukan nilai *burden* secara teori dapat menggunakan rumus formula **R.L Ash**, dengan contoh perhitungan yaitu :

a. *Burden* (B)

Dari hasil perhitungan secara teoritis dengan menggunakan rumus **R.L Ash** didapatkan nilai *burden* dengan dipengaruhi diameter lubang ledak sebesar 2,5 ; 3 dan 3,5

$$B = \frac{KbxDe}{39,3} \text{ meter}$$

$$= \frac{23,48 \times 3,5}{39,3}$$

$$= 2.2 \text{ meter}$$

- 2,5" = 1,5 meter
- 3" = 1,8 meter
- 3,5" = 2,1 meter

b. *Spacing* (S)

Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus **R.L Ash** didapatkan nilai *spacing* dari ketiga diameter lubang ledak yaitu :

$$S = 1,12 \times B$$

$$= 1.12 \times 2.1 = 2.3 \text{ meter}$$

- 2,5" = 1,7 meter
- 3" = 2 meter
- 3,5" = 2,3 meter

Ukuran *spacing* ditentukan dari nilai $K_s = 1 - 2$, yang secara teoritis dibedakan berdasarkan cara peledaknya yaitu serentak dan dipengaruhi berdasarkan ukuran diameter lubang ledak

c. *Stemming* (T)

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus **R.L Ash** dengan dipengaruhi oleh penurunan nilai *powder factor* yaitu $0,5 \text{ kg/m}^3$; $0,45 \text{ kg/m}^3$; $0,40 \text{ kg/m}^3$; $0,35 \text{ kg/m}^3$; $0,30 \text{ kg/m}^3$; dan $0,25 \text{ kg/m}^3$ didapatkan untuk nilai *stemming* yaitu :

$$T = H - PC$$

$$= 6 - 2,8 = 3,2 \text{ meter}$$

Tabel 4.2
Hasil Perhitungan Stemming Teoritis

Diameter lubang	Teoritis 1 dengan PF $0,50 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 2 dengan PF $0,45 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 3 dengan PF $0,40 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 4 dengan PF $0,35 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 5 dengan PF $0,30 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 6 dengan PF $0,25 \text{ kg/m}^3$
2,5"	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
3"	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
3,5"	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi Geometri Peledakan

d. *Subdrilling* (J)

Pada perhitungan *subdrilling* dengan rumus **R.L Ash** didapatkan nilai sebesar 0,5 meter dengan perhitungan sebagai berikut

$$J = K_j \times B$$

$$= 0,23 \times 2.2 = 0,5 \text{ meter}$$

e. Kedalaman Lubang Ledak (H)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus **R.L Ash** didapatkan kedalaman lubang ledak sebesar 6 meter. Dimana nilai K_h antara 1,5 – 4

kali lebih besar dari *burden* karena jika terlalu kecil dari *burden* maka menimbulkan *over break*, terlihat perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} H &= Kh \times B \\ &= 2.73 \times 2.2 \text{ m} = 6,0 \text{ meter} \end{aligned}$$

f. Kolom Isian (PC)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus **R.L Ash** didapatkan untuk nilai kolom isian dengan dipengaruhi oleh penurunan nilai *powder factor* yaitu $0,5 \text{ kg/m}^3$; $0,45 \text{ kg/m}^3$; $0,40 \text{ kg/m}^3$; $0,35 \text{ kg/m}^3$; $0,30 \text{ kg/m}^3$; dan $0,25 \text{ kg/m}^3$, yaitu berdasarkan ukuran diameter lubang ledak dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} PC &= \frac{\text{pemakaianA NFO}}{\text{Loadingden sity}} \\ &= \frac{147}{5,27} \\ &= 2,8 \text{ meter} \end{aligned}$$

Tabel 4.3
Hasil Perhitungan Panjang Kolom Isian Teoritis

Diameter lubang	Teoritis 1 dengan PF $0,50 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 2 dengan PF $0,45 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 3 dengan PF $0,40 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 4 dengan PF $0,35 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 5 dengan PF $0,30 \text{ kg/m}^3$	Teoritis 6 dengan PF $0,25 \text{ kg/m}^3$
2,5"	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4
3"	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4
3,5"	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi Geometri Peledakan

g. *Loading Density* (de)

Pada perhitungan menggunakan rumus **R.L Ash** didapatkan, untuk nilai *loading density* dengan dipengaruhi diameter 2,5"; 3"; 3.5" dengan perhitungan sebagai berikut :

- De (diameter 2,5") = $\frac{SGexD_e^2x\pi}{4000}$
 $= \frac{0.85x(63.5)^2x3.14}{4000}$
 $= 2.69 \text{ Kg/m}$

- De (diameter 3") = $\frac{SGexD_e^2x\pi}{4000}$
 $= \frac{0.85x(76.2)^2x3.14}{4000}$
 $= 3.87 \text{ Kg/m}$

- De (diameter 3,5") = $\frac{SGexD_e^2x\pi}{4000}$
 $= \frac{0.85x(88.9)^2x3.14}{4000}$
 $= 5.27 \text{ Kg/m}$

h. Kebutuhan Bahan Peledak Perlubang

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus **R.L Ash** dengan pengaruh penurunan nilai *powder factor* yaitu $0,55 \text{ kg/m}^3$; $0,5 \text{ kg/m}^3$; $0,45 \text{ kg/m}^3$; $0,40 \text{ kg/m}^3$; $0,35 \text{ kg/m}^3$; $0,30 \text{ kg/m}^3$; dan $0,25 \text{ kg/m}^3$ dan ukuran diameter 2,5"; 3" dan 3,5" untuk jumlah penggunaan bahan peledak perlubang pada setiap diameter dengan perhitungan sebagai berikut :

- $Q = PF \times \text{volume batuan}$
 $= 0,50 \times 29,39$
 $= 14,7 \text{ Kg/lubang}$

Tabel 4.4
Hasil Perhitungan Loading Density Teoritis

Diameter lubang	Teoritis 1 dengan PF 0,50 kg/m ³	Teoritis 2 dengan PF 0,45 kg/m ³	Teoritis 3 dengan PF 0,40 kg/m ³	Teoritis 4 dengan PF 0,35 kg/m ³	Teoritis 5 dengan PF 0,30 kg/m ³	Teoritis 6 dengan PF 0,25 kg/m ³
2,5"	7.5	6.7	6.0	5.2	4.5	3.7
3"	10.8	9.7	8.6	7.6	6.5	5.4
3,5"	14.7	13.2	11.8	10.3	8.8	7.3

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi Geometri Peledakan

4.3.1 Powder Factor Teoritis

Powder factor adalah banyaknya bahan peledak yang digunakan perlubang untuk menghancurkan volume batuan yang akan diledakkan.

Menurut perhitungan berdasarkan penurunan nilai *powder factor* dari 0,55 kg/m³; 0,50 kg/m³; 0,45 kg/m³; 0,40 kg/m³; 0,35 kg/m³; 0,30 kg/m³ dan 0,25 kg/m³ dengan perbedaan diameter lubang ledak sebesar 2,5" ; 3" ; dan 3.

Sehingga didapat nilai *powder factor* yang optimal dan hasil produksi serta fragmentasi yang maksimal.

Maka dilakukan simulasi dengan dipengaruhi oleh penurunan nilai *powder factor* dan ukuran diameter lubang ledak. Pada perhitungan *powder factor* nilai yang perlu diketahui yaitu penggunaan bahan peledak perlubang dibagi dengan volume material yang akan diledakkan, sehingga didapatkan nilai *powder factor*.

Contoh perhitungan nilai *powder factor* serta hasil perhitungan dari setiap penurunan nilai *powder factor* dapat terlihat di bawah ini :

- $$PF = \frac{E}{V}$$

$$= \frac{14,7Kg}{29,39m^3}$$

$$= 0.50 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.5
simulasi geometri peledakan dengan membandingkan aktual dan teoritis
untuk mendapatkan nilai Powder factor yang optimal pada diameter lubang 2,5"

Keterangan	Aktual	Teoritis (1)	Teoritis (2)	Teoritis (3)	Teoritis (4)	Teoritis (5)	Teoritis (6)
Burden (m)	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Spacing (m)	2.53	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Stemming (m)	2.13	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
Sub Driling (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hole depth (m)	6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
jumlah lubang	25	80	80	80	80	80	80
Powder Colom (m)	3.9	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4
Volume batuan (m ³)	759	1200	1200	1200	1200	1200	1200
pemakaian ANFO (kg/lubang)	17	7.5	6.7	6.0	5.2	4.5	3.7
loading Density (kg/m)	4.28	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
Powder Factor (kg/m ³)	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
Volume batuan (m ³ /lubang)	30.36	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
produksi peledakan ton/hari	2027	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.6
simulasi geometri peledakan dengan membandingkan aktual dan teoritis
untuk mendapatkan nilai Powder factor yang optimal pada diameter lubang 3"

Keterangan	Aktual	Teoritis (1)	Teoritis (2)	Teoritis (3)	Teoritis (4)	Teoritis (5)	Teoritis (6)
Burden (m)	2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Spacing (m)	2.53	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Stemming (m)	2.13	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
Sub Driling (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hole depth (m)	6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
jumlah lubang	25	56	56	56	56	56	56
Powder Colom (m)	3.9	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4
Volume batuan (m ³)	759	1200	1200	1200	1200	1200	1200
pemakaian ANFO (kg/lubang)	17	10.8	9.7	8.6	7.6	6.5	5.4
loading Density (kg/m)	4.28	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87
Powder Factor (kg/m ³)	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
Volume batuan (m ³ /lubang)	30.36	21.60	21.60	21.60	21.60	21.60	21.60
produksi peledakan ton/hari	2027	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.7
simulasi geometri peledakan dengan membandingkan aktual dan teoritis
untuk mendapatkan nilai Powder factor yang optimal pada diameter lubang 3,5"

Keterangan	Aktual	Teoritis (1)	Teoritis (2)	Teoritis (3)	Teoritis (4)	Teoritis (5)	Teoritis (6)
Burden (m)	2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Spacing (m)	2.53	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Stemming (m)	2.13	3.2	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6
Sub Driling (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hole depth (m)	6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
jumlah lubang	25	41	41	41	41	41	41
Powder Colom (m)	3.9	2.8	2.5	2.2	2.0	1.7	1.4
Volume batuan (m ³)	759	1200	1200	1200	1200	1200	1200
pemakaian ANFO (kg/lubang)	17	14.7	13.2	11.8	10.3	8.8	7.3
loading Density (kg/m)	4.28	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27
Powder Factor (kg/m ³)	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
Volume batuan (m ³ /lubang)	30.36	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39
produksi peledakan ton/hari	2027	3000	3000	3000	3000	3000	3000

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Dari data Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 diatas telah dilakukan simulasi geometri peledakan dengan dipengaruhi penurunan nilai *powder factor* 0,50 kg/m³; 0,45 kg/m³; 0,40 kg/m³; 0,35 kg/m³; 0,30 kg/m³ dan 0,25 kg/m³ dan pengaruh diameter lubang ledak 2,5" ; 3" dan 3,5", faktor yang mempengaruhi geometri lubang ledak adalah penurunan dari nilai *powder factor* dan ukuran diameter lubang ledak yang digunakan. Dari faktor tersebut mempengaruhi geometri lubang ledak dan mempengaruhi bahan peledak yang digunakan.

4.3.2 Perhitungan Fragmentasi Secara Teoritis

Pada perhitungan fragmentasi hasil peledakan batuan andesit secara teoritis dengan dipengaruhi penurunan nilai *powder factor* 0,50 kg/m³; 0,45 kg/m³; 0,40 kg/m³; 0,35 kg/m³; 0,30 kg/m³ dan 0,25 kg/m³ dengan diameter lubang ledak 2,5” ; 3” dan 3,5” , untuk ukuran fragmentasi dari hasil perhitungan teoritis untuk mendapatkan hasil yang sesuai, dengan nilai PF yang optimal maka dapat dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 dengan perhitungan fragmentasi di bawah ini :

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

Dimana :

X = Ukuran rata-rata material, cm

A = Faktor batuan, 7

V = Volume batuan terbungkar per lubang, m³

Q = Jumlah bahan peledak per lubang, Kg/lubang

E = *Relatif weight strength* ANFO (100)

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

$$XC = \frac{X}{(0,693)^{1/n}}$$

$$R = 100 \left[e \left(\frac{X}{Xc} \right)^n \right]$$

- Dimana :
- R = Persentase passing (%)
 - Xc = Ukuran fragmentasi yang diprediksi (cm)
 - X = Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)
 - n = Konstanta keseragaman **Rossin-Ramler**
 - B = *Burden* (m)
 - D = Diameter lubang ledak (mm)
 - W = Standar deviasi pemboran (m)
 - A = *Rasio spacing* terhadap *burden* (S/B)
 - PC = Panjang isian peledak per lubang (m)
 - L = Tinggi jenjang (m)

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

$$= 7 \times \left(\frac{29,39}{14,7}\right)^{0,8} \times 14,7^{0,17} \times \left(\frac{100}{115}\right)^{-0,63}$$

$$= 21,02 \text{ cm}$$

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

$$= \left(2,2 - 14 \frac{2,1}{88,9}\right) \times \left(1 - \frac{0,005}{1,6}\right) \times \left(1 + \frac{(1,12-1)}{2}\right) \times \left(\frac{2,8}{5,5}\right)$$

$$= 1,0$$

$$XC = \frac{X}{(0,693)^{1/n}}$$

$$XC = \frac{21,20}{(0,693)^{1/1,0}}$$

$$= 30,40 \text{ cm}$$

$$R = 100 \left[e^{\left(\frac{X}{Xc} \right)^n} \right]$$

$$R_{20} = 100 \left[\frac{20}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[e^{-0,657} \right]$$

$$= 51,83 \% \text{ (fragmentasi } \geq 20 \text{ cm)}$$

$$= 48,17 \% \text{ (fragmentasi } \leq 20 \text{ cm)}$$

$$R_{40} = 100 \left[\frac{40}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[e^{-1,31} \right]$$

$$= 26,81 \% \text{ (fragmentasi } \geq 40 \text{ cm)}$$

$$= 73,19 \% \text{ (fragmentasi } \leq 40 \text{ cm)}$$

$$R_{50} = 100 \left[\frac{50}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[e^{-1,64} \right]$$

$$= 19,27 \% \text{ (fragmentasi } \geq 50 \text{ cm)}$$

$$= 80,73 \% \text{ (fragmentasi } \leq 50 \text{ cm)}$$

$$R_{60} = 100 \left[\frac{60}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[e^{-1,97} \right]$$

$$= 13,85 \% \text{ (fragmentasi } \geq 60 \text{ cm)}$$

$$= 86,15 \% \text{ (fragmentasi } \leq 60 \text{ cm)}$$

$$R_{70} = 100 \left[\frac{70}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[\ell^{-2,30} \right]$$

$$= 9,95 \% \text{ (fragmentasi } \geq 70 \text{ cm)}$$

$$= 90,05 \% \text{ (fragmentasi } \leq 70 \text{ cm)}$$

$$R_{80} = 100 \left[\frac{80}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[\ell^{-2,63} \right]$$

$$= 7,15 \% \text{ (fragmentasi } \geq 80 \text{ cm)}$$

$$= 92,85 \% \text{ (fragmentasi } \leq 80 \text{ cm)}$$

$$R_{90} = 100 \left[\frac{90}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[\ell^{-2,96} \right]$$

$$= 5,14 \% \text{ (fragmentasi } \geq 90 \text{ cm)}$$

$$= 94,86 \% \text{ (fragmentasi } \leq 90 \text{ cm)}$$

$$R_{100} = 100 \left[\frac{100}{30,40} \right]^{1,0}$$

$$= 100 \left[\ell^{-3,29} \right]$$

$$= 3,69 \% \text{ (fragmentasi } \geq 50 \text{ cm)}$$

$$= 96,31 \% \text{ (fragmentasi } \leq 50 \text{ cm)}$$

Tabel 4.8
Perhitungan hasil fragmentasi batuan yang didapat secara
aktual dan teoritis pada diameter lubang 2,5''

Keterangan	Aktual (%)	Teoritis 1 (%)	Teoritis 2 (%)	Teoritis 3 (%)	Teoritis 4 (%)	Teoritis 5 (%)	Teoritis 6 (%)
Ukuran fragmentasi yang diprediksi (cm)	43.26	27.12	26.08	24.97	23.76	22.45	20.98
Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)	20.01	18.75	20.03	21.58	23.47	25.86	29.01
fragmentasi \geq 20 cm	73.00	47.85	45.52	43.30	41.23	39.34	37.67
fragmentasi \leq 20 cm	27.00	52.15	54.48	56.70	58.77	62.28	62.33
fragmentasi \geq 40 cm	41.10	22.84	22.97	23.24	23.67	24.28	25.11
fragmentasi \leq 40 cm	58.90	77.16	77.03	76.76	76.33	75.72	74.89
fragmentasi \geq 50 cm	28.87	15.78	16.55	17.46	18.54	19.81	21.32
fragmentasi \leq 50 cm	71.13	84.22	83.45	82.54	81.46	80.19	78.68
fragmentasi \geq 60 cm	19.54	10.89	12.00	13.26	14.73	16.42	18.39
fragmentasi \leq 60 cm	80.46	89.11	88.00	86.74	85.27	83.58	81.61
fragmentasi \geq 70 cm	12.79	7.52	8.74	10.17	11.83	13.78	16.05
fragmentasi \leq 70 cm	87.21	92.48	91.26	89.83	88.17	86.22	83.95
fragmentasi \geq 80 cm	8.11	5.19	6.40	7.85	9.60	11.68	14.14
fragmentasi \leq 80 cm	91.89	94.81	93.60	92.15	90.40	88.32	85.86
fragmentasi \geq 90 cm	4.99	3.58	4.70	6.10	7.84	9.97	12.56
fragmentasi \leq 90 cm	95.01	96.42	95.30	93.90	92.16	90.03	87.44
fragmentasi \geq 100 cm	2.99	2.47	3.47	4.77	6.45	8.58	11.22
fragmentasi \leq 100 cm	97.01	97.53	96.53	95.23	93.55	91.42	88.78

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.9
Perhitungan hasil fragmentasi batuan yang didapat secara
aktual dan teoritis pada diameter lubang 3”

Keterangan	Aktual (%)	Teoritis 1 (%)	Teoritis 2 (%)	Teoritis 3(%)	Teoritis 4(%)	Teoritis 5(%)	Teoritis 6(%)
Ukuran fragmentasi yang diprediksi (cm)	43.26	28.85	27.75	26.56	25.28	23.88	22.32
Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)	20.01	19.94	21.31	22.96	24.97	27.52	30.87
fragmentasi \geq 20 cm	73.00	50.03	47.51	45.09	42.81	40.71	38.81
fragmentasi \leq 20 cm	27.00	49.97	52.49	54.91	57.19	59.29	61.19
fragmentasi \geq 40 cm	41.10	24.97	24.88	24.94	25.16	25.57	26.20
fragmentasi \leq 40 cm	58.90	75.03	75.12	75.06	74.84	74.43	73.80
fragmentasi \geq 50 cm	28.87	17.63	18.25	19.00	19.92	21.02	23.80
fragmentasi \leq 50 cm	71.13	82.37	81.75	81.00	80.08	78.98	76.20
fragmentasi \geq 60 cm	19.54	12.45	13.46	14.63	15.98	17.55	19.64
fragmentasi \leq 60 cm	80.46	87.55	86.54	85.37	84.02	82.45	80.37
fragmentasi \geq 70 cm	12.79	8.79	9.98	11.36	12.96	14.82	16.98
fragmentasi \leq 70 cm	87.21	91.21	90.02	88.64	87.04	85.18	83.02
fragmentasi \geq 80 cm	8.11	6.21	7.43	8.88	10.60	12.63	15.02
fragmentasi \leq 80 cm	91.89	93.79	92.57	91.12	89.40	87.37	84.98
fragmentasi \geq 90 cm	4.99	4.38	5.55	6.99	8.74	10.85	13.38
fragmentasi \leq 90 cm	95.01	95.62	94.45	93.01	91.26	89.15	86.62
fragmentasi \geq 100 cm	2.99	3.09	4.16	5.53	7.25	9.38	12.00
fragmentasi \leq 100 cm	97.01	96.91	95.84	94.47	92.75	90.62	88.00

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.10
Perhitungan hasil fragmentasi batuan yang didapat secara
aktual dan teoritis pada diameter lubang 3,5''

Keterangan	Aktual (%)	Teoritis 1 (%)	Teoritis 2 (%)	Teoritis 3(%)	Teoritis 4(%)	Teoritis 5(%)	Teoritis 6(%)
Ukuran fragmentasi yang diprediksi (cm)	43.26	30.40	29.24	27.99	26.64	25.17	23.52
Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)	20.01	21.02	22.46	24.19	26.31	29.00	32.53
fragmentasi \geq 20 cm	73.00	51.83	49.17	46.60	44.14	41.86	39.78
fragmentasi \leq 20 cm	27.00	48.17	50.83	53.40	55.86	58.14	60.22
fragmentasi \geq 40 cm	41.10	26.81	26.54	26.41	26.45	26.68	27.12
fragmentasi \leq 40 cm	58.90	73.19	73.46	73.59	73.55	73.32	72.88
fragmentasi \geq 50 cm	28.87	19.27	19.74	20.35	21.11	22.06	23.24
fragmentasi \leq 50 cm	71.13	80.73	80.26	79.65	78.89	77.94	76.76
fragmentasi \geq 60 cm	19.54	13.85	14.77	15.83	17.07	18.52	20.21
fragmentasi \leq 60 cm	80.46	86.15	85.23	84.17	82.93	81.48	79.79
fragmentasi \geq 70 cm	12.79	9.95	11.10	12.42	13.95	15.72	17.78
fragmentasi \leq 70 cm	87.21	90.05	88.90	87.58	86.05	84.28	82.22
fragmentasi \geq 80 cm	8.11	7.15	8.38	9.82	11.50	13.47	15.77
fragmentasi \leq 80 cm	91.89	92.85	91.62	90.18	88.50	86.53	84.23
fragmentasi \geq 90 cm	4.99	5.14	6.35	7.80	9.54	11.62	14.10
fragmentasi \leq 90 cm	95.01	94.86	93.65	92.20	90.46	88.38	85.90
fragmentasi \geq 100 cm	2.99	3.69	4.82	6.23	7.97	10.10	12.68
fragmentasi \leq 100 cm	97.01	96.31	95.18	93.77	92.03	89.90	87.32

Sumber :Hasil Pengolahan Data

Terlihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 hasil perhitungan perolehan fragmentasi peledakan batuan andesit secara teoritis dengan dipengaruhi penurunan nilai *powder factor* 0,50 kg/m³; 0,45 kg/m³ ; 0,40 kg/m³; 0,35 kg/m³; 0,30 kg/m³ dan 0,25 kg/m³ dan diameter lubang ledak 2,5'' ; 3'' dan 3,5'' ,untuk ukuran fragmentasi yang didapatkan dari hasil perhitungan secara teoritis yang dipengaruhi geometri peledakan yang didapatkan dan penggunaan bahan peledak yang diperoleh dari hasil simulasi geometri peledakan.