

ANALISIS LUBANG LEDAK DAN GEOMETRI PELEDAKAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANDERSON UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI PADA PT. ANDESIT LUMBUNG SEJAHTERA DI DESA BANDAR DALAM KECAMATAN SIDOMULYO KABUPATEN LAMPUNG SELATAN PROVINSI LAMPUNG

ANALYSIS OF EXPLOSION HOLES AND EXPLOSION GEOMETRY USING ANDERSON METHOD TO ACHIEVE PRODUCTION TARGETS IN. ANDESIT LUMBUNG SEJAHTERA IN BANDAR VILLAGE IN SIDOMULYO SUB-DISTRICT, LAMPUNG SELATAN DISTRICT, LAMPUNG PROVINCE

Woro Sundari

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Email: worosundari@gmail.com

Abstrak

PT. Andesit Lumbang Sejahtera adalah perusahaan batu andesit di Desa Bandar dalam, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pertambangan, eksplotasi, dan pendapatan Negara, merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi, dalam artian, kehadiran usaha pertambangan menjadi kekuatan untuk meningkatkan pendapatan Negara. Sebagaimana penambangan andesit di Lampung Selatan oleh PT. Andesit Lumbang Sejahtera merupakan kekuatan bagi pendapatan Negara. Adapun PT. ALS itu sendiri dalam proses penambangan menerapkan sistem peledakan untuk mempermudah proses produksi andesit itu sendiri. Untuk meningkatkan produksi dari peledakan tersebut yang perlu diperhatikan adalah teknik pemboran lubang ledak dan geometri peledakan. Penerapan metode pemboran zig-zag atau *staggred pattern* menjadi yang paling sering digunakan oleh perusahaan, karena dinilai lebih efektif dibandingkan dengan pola pemboran yang lain, sehingga tingkat produksi perusahaan menjadi stabil, dengan perhitungan menggunakan metode Anderson, karena dinilai perhitungannya mendekati target produksi perusahaan. Analisa lubang ledak dan geometri peledakan pun berdasarkan data aktual lapangan adalah: *Burden (B)* = 2,06 m, *Spacing (S)* = 2,53 m, Kedalaman lubang ledak (*H*) = 2,84 m, *Stemming (T)* = 1,44 m, *Subdrilling (J)* = 0,68 m, Kolom isian (*PC*) = 1,40 m, Tinggi Jenjang (*L*) = 2,16 m, Diameter lubang ledak = 3 inch (0,0762) m, *Loading dencity (de)* = 3,88 kg/m, Jumlah bahan peledak (*Qe*) = 5,19 kg, Jumlah bahan peledak perhari = 651,6 kg/peledakan *Powder factor (PF)* = 0,3668 kg/m³, *Blasting Ratio (BR)* = 2,0718 m³/kg, *P_{lubang}* = 11,25m³/lubang, *P_{hari}* = 3.579,88 ton /hari, *P_{bulan}* = 89.497 ton/bulan dan membandingkannya dengan perhitungan Metode Anderson adalah :*Burden (B)* = 1,83 m, *Spacing (S)* = 2,28 m, Kedalaman lubang ledak (*H*) = 5,03 m, *Stemming (T)* = 1,37 m, *Subdrilling (J)* = 0,60 m, Kolom isian (*PC*) = 3,66 m, Tinggi jenjang (*L*) = 4,43 m, Diameter lubang ledak = 3 inch (0,0762) m, *Loading dencity (de)* = 3,88 kg/m, Jumlah bahan peledak (*Qe*) = 14,20 kg, jumlah bahan peledak perhari (*E*) = 1704 kg/perhari, *Powder factor (PF)* = 0,6768 kg/m³, *Blasting Ratio (BR)* = 1,3014 m³/kg, *P_{lubang}* = 18,48 m³/lubang, *P_{hari}* = 5.877,80 ton /hari, *P_{bulan}* = 146.945 ton / bulan.

Kata kunci: *Lubang ledak, Geometri peledakan, Metode Anderson, Target Produksi*

Abstract

PT. Andesite Lumbang Sejahtera is an andesite stone company in Bandar Dalam Village, Sidomulyo District, South Lampung Regency, Lampung Province. Mining, exploitation, and state revenue constitute a unity that influences each other, in the sense that the presence of mining businesses becomes the power to increase State revenues. As with andesite mining in South Lampung by PT. Andesite Lumbang Sejahtera is a power for State revenue. As for PT. ALS itself in the mining process applies a blasting system to simplify the andesite production process itself. To increase the production of the blasting what needs to be paid attention to is the blast hole drilling technique and the blasting geometry. The application of the zigzag drilling method or staggred pattern is the most frequently used by companies, because it is considered more effective than other drilling patterns, so that the company's production level is stable, with calculations using the Anderson method, because it is considered that the calculation is close to the company's production target. Analysis of blast holes

and blasting geometry based on actual field data are: Burden (B) = 2.06 m, Spacing (S) = 2.53 m, Depth of blast holes (H) = 2.84 m, Stemming (T) = 1.44 m, Subdrilling (J) = 0.68 m, Column (PC) = 1.40 m, Cascade Height (L) = 2.16 m, Diameter of blast holes = 3 inch (0.0762) m, Loading density (de) = 3.88 kg / m, amount of explosives (Qe) = 5.19 kg, amount of explosives per day = 651.6 kg / blasting Powder factor (PF) = 0.3668 kg / m³, Blasting Ratio (BR) = 2.0718 m³ / kg, Plubang = 11.25m³ / hole, Phari = 3.579.88 tonnes / day, Pbulan = 89.497 tonnes / month and comparing it with the Anderson Method calculation is: Burden (B) = 1, 83 m, Spacing (S) = 2.28 m, Explosion depth (H) = 5.03 m, Stemming (T) = 1.37 m, Subdrilling (J) = 0.60 m, Column stuffing (PC) = 3.66 m, Height of cascade (L) = 4.43 m, Diameter of blast hole = 3 inch (0.0762) m, Loading dencity (de) = 3.88 kg / m, Amount of explosives (Qe) = 14.20 kg, the amount of explosives per day (E) = 1704 kg / pe rhari, Powder factor (PF) = 0.6768 kg / m³, Blasting Ratio (BR) = 1.3014 m³ / kg, Plubang = 18.48 m³ / hole, Phari = 5,877.80 tons / day, Pbulan = 146,945 tons / month.

Keywords: Explosive holes, Blasting geometry, Anderson method, Production Target

PENDAHULUAN

Pemboran merupakan kegiatan yang pertama kali dilakukan dalam suatu operasi peledakan batuan. Kegiatan ini bertujuan untuk membuat sejumlah lubang ledak dengan geometri dan pola pemboran tertentu pada masa batuan, yang nantinya akan diisi dengan sejumlah bahan peledak untuk diledakkan. Pada kegiatan pembuatan lubang ledak umumnya menggunakan sistem mekanik, terutama metode rotary dipengaruhi oleh gaya pengumpanan (*feeding*) gaya putaran (*rotation*), dan *flushing* (*Carlos and Emilio, 1995*). *Flushing* berperan erat dalam menyingkirkan serpihan batuan dari dalam lubang bor ke permukaan.

Untuk meningkatkan produksi dari peledakan tersebut yang perlu diperhatikan adalah mengenai teknis pemboran lubang ledak dan geometri peledakan. Karena itu betapa pentingnya penelitian tentang teknis pemboran atau *drilling* lubang ledak yang dilakukan oleh perusahaan dan disisi lain pemberian kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukannya merupakan salah satu solusi terbaik sekaligus memberikan pengalaman kerja kepada mahasiswa yang bersangkutan.

Rumusan Masalah

- Berapakah kebutuhan bahan peledak dengan menggunakan metode pemboran zig – zag, pola peladakan box cut, geometri peledakan aktual, dan produksi aktualnya?
- Berapakah perubahan lubang ledak dan nilai geometri peledakan dengan menggunakan metode Anderson, supaya dapat mencapai target produksinya?
- Berapakah perbandingan nilai geometri peledakan dan target produksi antara aktual (R L Ash) dan Metode Anderson?

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui kebutuhan bahan peledak yang di gunakan lapangan yang mempengaruhi operasi peledakan.
- Untuk mengkaji apakah metode lubang ledak dan geometri peledakan yang efisien dapat mencapai target produksi.
- Untuk menghitung nilai target produksi

Batasan Masalah

- Batasan masalah pada penelitian ini mengarah pada pengkajian faktor faktor yang berpengaruh terhadap lubang ledak dan geometri peledakan yang tepat sesuai dengan kondisi di lapangan.
- Tidak membahas produktivitas Alat Bor
- Tidak membahas fragmentasi batuan

Peta Kesampaian Lokasi

Secara administratif lokasi penelitian PT Andesit Lumbang Sejahtera berada di Desa Bandar Dalam, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan. Sedangkan secara geografis terletak pada 105^o 27' 57.619" – 105^o 28' 51.336" Bujur Timur dan 5^o 32' 11.271" – 5^o 32' 58.201" Lintang Selatan.



Gambar 1. Peta Kesampaian Lokasi Penelitian

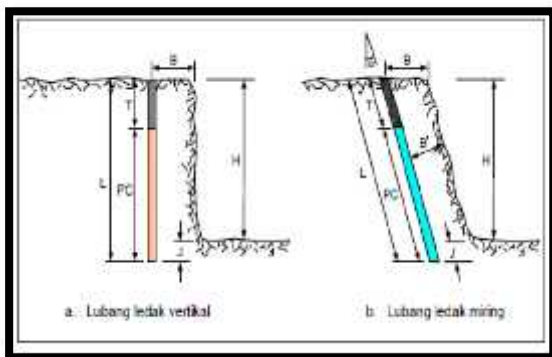
DASAR TEORI

Geometri Pemboran Lubang Ledak Menurut Anderson

Diameter Lubang Ledak

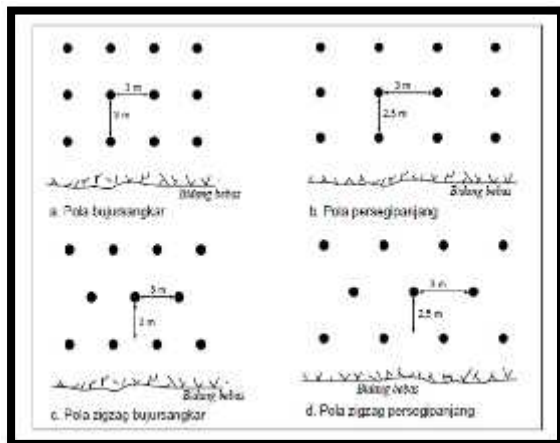
Pemilihan diameter lubang ledak secara tepat pada suatu rancangan peledakan memerlukan dua bagian penilaian. Bagian pertama yaitu mempertimbangkan dari efek lubang ledak terhadap fragmentasi, suara ledakan, batu terbang dan getaran tanah, sedangkan yang kedua adalah mempertimbangkan geometri peledakan. Diameter lubang ledak berpengaruh pada penutupan *burden* dan jumlah bahan peledak yang dipakai pada setiap lubang ledak.

Kemiringan Lubang Ledak



Gambar 2. Arah Lubang Ledak

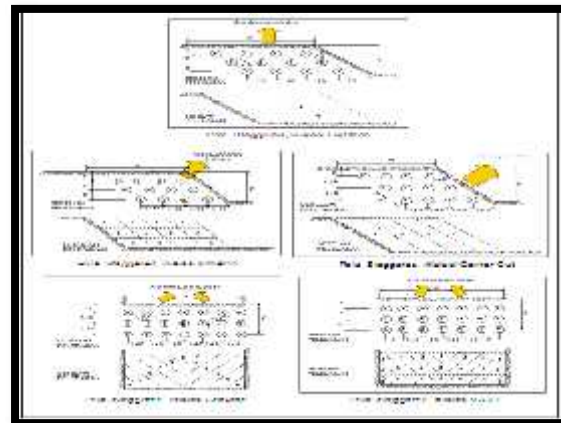
Pola Pemboran



Gambar 3 Pola Pemboran

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 di tentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuhnya material yang di harapkan.



Sumber: Surwandi, 2009; 12

Gambar 4. Pola Peledakan Berdasarkan Sistem Inisiasi

Peledakan (Blasting)

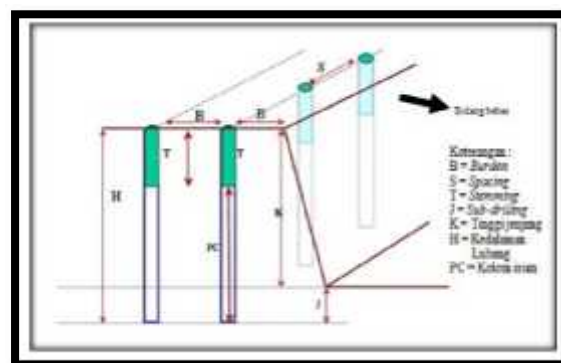
Tujuan peledakan

Peledakan adalah serangkaian pekerjaan terhadap batuan untuk membebaskan batuan dari batuan induknya menjadi fragmen – fragmen dengan ukuran yang dikehendaki. Metode peledakan yang diterapkan adalah peledakan jenjang (*bench*).

Peralatan Peledakan yang Digunakan

Peralatan Peledakan yang digunakan sebagai berikut *Blasting Machine*, *Stick Stemming*, Skop, Meter, *Circuit tester* dan perlengkapan peledakan yang digunakan sebagai berikut *Ammonium Nitrate*, *Dynamite Powergel*, *Detonator Electric*, *Detonator Non Electric*, Kabel PV.

Geometri Peledakan Menurut Anderson



Gambar 5. Geometri Peledakan

➤ **Burden**

Burden adalah jarak dari muatan tegak lurus terhadap *free face* terdekat. Hal – hal perlu diperhatikan dalam pembuatan *burden*. Dari diameter bahan peledak yang digunakan, dapat tentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Kb = Kb_{standart} \times Af_1 \times Af_2$$

$$Kb = K \times \left\{ \frac{S \times V e^2}{S \times V \times d^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{L \times S}{L} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$AF_1 = \frac{e \quad p \quad b \quad hca \quad p \quad y \quad d}{e \quad p \quad b \quad hca \quad p \quad ak}$$

$$AF_2 = \frac{d}{d \quad b \quad y \quad d \quad l}$$

Kb = burden yang telah terkoreksi

$$B = \frac{K \times D}{1} (f) \text{ atau } \frac{K \times D}{3,3} (m)$$

$$Kb = \frac{1 \cdot B}{1} (f)$$

$$Kb = \frac{3,3 \cdot B}{D} (m)$$

Dimana:

- Kb = *burden ratio*
- De = diameter lubang ledak (m)
- B = *burden* (m)
- Af_1 = faktor korelasi batuan yang akan diledakkan
- Af_2 = faktor korelasi bahan peledak yang digunakan

Menurut Anderson:

$$B = 0,11 \sqrt{D \times H}$$

Dimana:

- B = *burden* (m)
- De = diameter lubang (m)
- H = kedalaman (m)

➤ **Spacing**

Spacing adalah jarak antara lubang tembak dalam satu baris (row) dan diukur sejajar terhadap pit wall. Biasanya *spacing* tergantung pada *burden*, kedalaman lubang bor, letak primer, waktu tunda, dan arah struktur bidang batuan.

Maka besarnya *spacing* dapat di tuliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ks = \frac{S}{B}, \text{ maka } S = B \times Ks$$

Keterangan:

- S = *spacing* (m)
- Ks = *spacing ratio*
- B = *burden* (m)

Besarnya *spacing ratio* menurut waktu *delay* yang dipergunakan sebagai berikut:

- a. *Long interval delay* $Ks = 1$
- b. *Short periode* $Ks = 1 - 2$
- c. *Normal* $Ks = 1,25 - 1,8$

➤ **Stemming**

Stemming (T) adalah bagian dari lubang ledak yang tidak diisi dengan bahan peledak tapi dengan material hasil pemboran (*Cutting*). Fungsi *stemming* adalah untuk mengurung gas yang terbentuk pada saat peledakan dan untuk mencegah terjadinya “*flyrock*” (batuan yang berterbangan dari suatu peledakan) yang tinggi pada saat peledakan. Pengisian *stemming* harus padat dan rapat agar dapat menghindari terjadinya “*air blast*” yang akan mengakibatkan tekanan peledakan pada lubang ledak berkurang.

Berikut ini persamaan untuk menghitung

Stemming:

$$T = Kt \times B$$

Keterangan:

- T = *stemming* (m)
- Kt = *stemming ratio* (0,5-1; rata-rata 0,7)
- B = *burden* (m)

➤ **Sub-drilling**

Sub-drilling adalah penambahan kedalaman pada suatu lubang bor di luar rencana lantai jenjang. Penggunaan *sub-drilling* dimaksudkan agar batuan dapat terbongkar tepat pada suatu kedalaman yang ditentukan atau dengan kata lain batuan dapat terbongkar secara *full face* sebagaimana yang di harapkan. Apabila batuan tidak terbongkar secara *full face* akan mengakibatkan lantai jenjang yang tidak rata atau hanya tonjolan-tonjolan (*toes*) akan menyulitkan setelah dilakukan peledakan terutama pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan.

Berikut ini persamaan untuk menghitung *subdrilling*:

$$J = Kj \times B$$

Keterangan:

- J = *subdrilling* (m)
- Kj = *subdrilling ratio* (rata-rata 0,33 dan minimum 0,3)
- B = *burden* (m)

➤ **Kedalaman Lubang Tembak / Blast Hole Depth**

Kedalaman lubang ledak tergantung pada ketinggian *bench*, *burden*, dan arah pemboran. Kedalaman lubang tembak merupakan penjumlahan dari besarnya *stemming* dan panjang kolom isian bahan peledak. Kedalaman lubang ledak biasanya

disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik.

Berikut ini persamaan untuk menghitung kedalaman lubang ledak Menurut Anderson:

$$H = Kh \times B$$

Keterangan:

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

Kh= kedalaman lubang ledak ratio (rata-rata 0,33 dan minimum 0,3)

B = burden (m)

Untuk lubang ledak vertikal

$$H = L + J$$

Keterangan:

H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi bench (m)

J = subdrilling (m)

Untuk lubang ledak miring

$$H = \frac{L}{\cos \alpha} + J$$

Keterangan:

H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi bench (m)

J = sub-drilling (m)

= sudut kemiringan lubang ledak terhadap bidang vertical

➤ Bench Height/Tinggi Jenjang

Tinggi jenjang berhubungan erat dengan parameter geometri peledakan lainnya dan ditentukan terlebih dahulu atau terkadang ditentukan kemudian setelah parameter atau aspek - aspek lainnya diketahui. Tinggi jenjang maksimum biasanya dipengaruhi oleh kemampuan alat bor dan ukuran mangkok serta tinggi jangkauan alat muat.

Berikut ini persamaan untuk menghitung Tinggi Jenjang (L) Menurut Anderson:

$$T \quad \text{je} \quad (L) = H - J$$

Keterangan:

H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi bench (m)

J = sub-drilling (m)

➤ Charge Length / Panjang kolom isian (PC)

Bagian dari lubang tembak yang berisikan bahan peledak dan juga primer. Dalam perhitungan besarnya kolom isian bahan peledak menggunakan rumus:

$$P = H - T$$

Keterangan:

H = Kedalaman Lubang Ledak

T = Stemming

PC = Panjang Kolom Isian (m)

➤ Loading Density

Loading density adalah jumlah isian bahan peledak per meter yang dimasukkan kedalam kolom isian (PC) lubang tembak. Untuk menghitung loading density dapat digunakan rumusan sebagai berikut:

$$d = 0,508 \times D^2 \times S$$

Keterangan:

de = loading density (kg/m)

De = Diameter lubang ledak (inch)

SG = Specific gravity bahan peledak yang digunakan

Sehingga jumlah bahan peledak yang digunakan untuk satu lubang ledak dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$Q = d \times P$$

Dimana:

Qe = jumlah bahan peledak (Kg/hari)

PC = tinggi isian bahan peledak (m)

de = loading density (kg/m)

➤ Powder Factor (PF)

Powder factor adalah perbandingan antara jumlah bahan peledak dengan volume peledakan. Berikut adalah persamaan untuk menghitung Powder factor:

$$P = Q / V$$

Keterangan:

PF = Powder factor (kg/m³)

V = Volume batuan yang diledakan (m³)

Qe = Jumlah bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

➤ Blasting Ratio (BR)

Blasting ratio adalah suatu bilangan yang menyatakan bahwa jumlah pemakaian bahan peledak yang digunakan untuk membongkar volume batuan yang diledakkan. Berikut adalah persamaan untuk menghitung Blasting ratio

$$B = V / Q$$

Keterangan:

BR = Blasting Ratio (kg/m³)

V = Volume batuan yang terbongkar (m³)

Q_e = jumlah bahan peledak (kg)

➤ **Volume hasil ledakan**

Volume hasil ledakan merupakan dimensi burden dikalikan dengan jarak lubang dalam satu row yang sama (*spacing*) serta dikalikan dengan ketinggian teras (L), untuk mendapatkan volume dalam satuan ton, dikalikan dengan density batuan.

$$V = B \times S \times L$$

Keterangan:

V = volume batuan yang terbongkar (m³)

B = burden (m)

S = spacing (m)

L = tinggi jenjang (m)

MATERI DAN METODE METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Studi literatur yaitu kegiatan yang meliputi pembelajaran dari berbagai literatur misalnya buku, artikel, tulisan ilmiah, data perusahaan ataupun informasi dari penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan.

Pengambilan Data

Setelah melakukan studi literatur, maka selanjutnya akan dilakukan pengambilan data. Pengambilan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Data Primer

Data primer diperoleh langsung dari sumber primer (observasi lapangan) seperti data pemboran.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari sumber sekunder (instansi terkait). Data sekunder berupa data peta topografi, peta geologi, serta data iklim dan curah hujan.

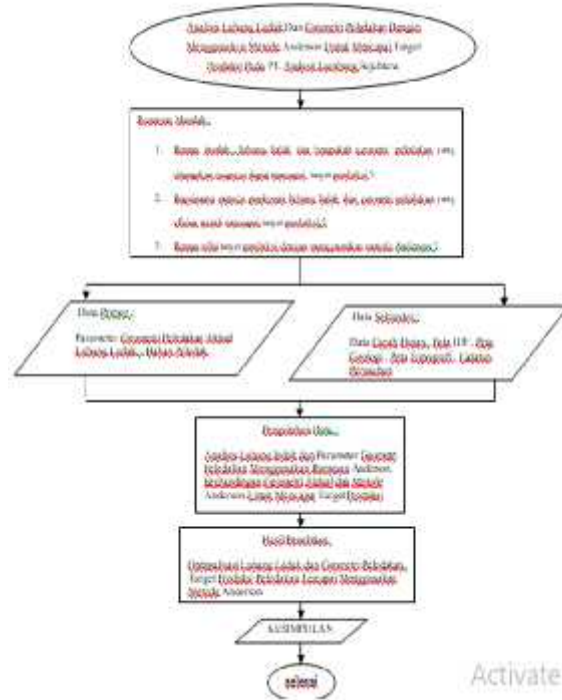
Pengolahan Dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data yang ada untuk mendapatkan metode pemboran peledakan yang sesuai dan efisien serta dapat meningkatkan kinerja produksi.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini akan menjadi rekomendasi kepada perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan di lapangan.

DIAGRAM ALIR PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya pengamatan kegiatan peledakan yang dilaksanakan oleh pihak PT. Andesit Lumbang Sejahtera, maka didapatkan geometri aktual sebagai berikut:

- Geometri peledakan
- Pola pemboran lubang ledak
- Pola peledakan
- Jenis bahan peledak

➤ **Geometri Peledakan Aktual**

Geometri peledakan yang diamati selama melakukan penelitian di lapangan adalah parameter – parameter sebagai berikut:

Tabel 3.1 Geometri Peledakan Aktual

PARAMETER GEOMETRI AKTUAL	NILAI
Burden (B)	2,60 meter
Spacing (S)	2,53 meter
Kedalaman lubang ledak (H)	1,34 meter
Stemming (F)	1,44 meter
Subdrilling (F')	0,28 meter
Diameter lubang	3 inci
Kolom Alam (PC)	1,40 meter
Tinggi jenjang (L)	2,18 meter
Loading density (d)	3,86 kg/m
Jumlah bahan peledak (Q _e)	5,43 kg
Powder Factor (PF)	0,3668 kg/m
Blasting Ratio (BR)	2,0718 m ³ /kg

*) Jadi geometri peledakan berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan yang di gunakan PT. Andesit Lumbung Sejahtera adalah sebagai berikut:

Diketahui:

- Burden (B) = 2.06 meter
- Spacing (S) = 2.53 meter
- Kedalaman (H) = 2.84 meter
- *Stemming* (T) = $K \times B$
= 0.7×2.06
= 1,44 m
- Sub – drilling (J) = $K_j \times B$
= $0.33 \text{ meter} \times 2.06$
meter
= 0.68 meter
- Tinggi Jenjang (L)= H – J
= 2.84 meter – 0.68
meter
= 2,16 meter
- Diameter lubang ledak = 3 inch
- Panjang kolom isian (PC) = $H - T$
= 2.84 – 1.44
= 1.40

- Banyaknya isian bahan peledak (*loading density*)

$$\begin{aligned} de &= 0,508 \times (D)^2 \times S_e \\ &= 0,508 \times (3)^2 \times 0,85_{u/f} \\ &= 3,88 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Jadi jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap peledakan

$$\begin{aligned} Q_e &= P \times d \\ &= 1,40 \text{ m} \times 3,88 \text{ k /m} \\ &= 5,43 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka untuk satu kali peledakan diperlukan bahan peledak

$$\begin{aligned} E &= Q_e \times \text{jumlah lubang} \\ &= 5,43 \times 120 \\ &= 651,6 \text{ kg / peledakan} \end{aligned}$$

- *Powder Factor* (PF)

$$\begin{aligned} PF &= \frac{Q}{V} \\ &= \frac{5,4 \text{ k}}{B \times S \times H} \\ &= \frac{5,4 \text{ k}}{2,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}} \\ &= \frac{5,4 \text{ k}}{1,4 \text{ m}^3} \\ &= 0,3668 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- *Blasting Ratio*

$$\begin{aligned} BR &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{1,4 \text{ m}^3}{5,4 \text{ k}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 2,1 \text{ m}}{5,4 \text{ k}} \\ &= \frac{1,05 \text{ m}^3}{5,4 \text{ k}} \\ &= 2,0718 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

Pola Pemboran Lubang Ledak Aktual

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada lokasi penambangan, dapat diketahui bahwa pola pemboran yang di terapkan oleh PT. Andesit Lumbung Sejahtera adalah pola zig – zag (*Straggled Drill Pattern*) dengan jarak burden lebih kecil dari jarak spacing (pola zig – zag persegi panjang). Alat bor yang digunakan adalah Furkawa *PCR 200, Type Rotary Blast* dengan kapasitas muat 1 *steel*, di mana 1 *steel* sama dengan 12 *feet* atau 3,65 meter (1 *feet* = 0,3048 meter), dengan diameter bor 3 *inch* atau 76,2 mm (1 *inch* = 25,4 mm) dengan arah pemboran vertikal.

Pola Peledakan Aktual

Pola peledakan yang dilakukan oleh PT. Andesit Lumbung Sejahtera terdiri dari beberapa cara antara lain: pola peledakan dengan urutan waktu ledak dari setiap lubang diatur agar meledak secara bergantian setiap lubangnya sehingga tidak ada lubang yang meledak secara bersamaan (*hole by hole*), dan arah runtuh menggunakan pola *Box Cut, Corner Cut*, dan *v cut*. Namun dalam pelaksanaan penelitian di PT. Andesit Lumbung Sejahtera menggunakan pola *Box Cut*. Dalam penyambungan rangkaian peledakan secara *hole by hole* sendiri dilakukan dengan menyambung *tube nonel in hole delay* ke *connector blok nonel surface delay* pada setiap lubang kemudian setiap *tube nonel surface* disambungkan ke *connector surface delay* lainnya. Pada awal rangkaian, *tube nonel surface delay*, yang pertama (IP) akan meledak dipasangkan detonator listrik dengan *lead wire* ke arah *blasting machine*.

Bahan Peledak

Bahan peledak yang digunakan di PT. Andesit Lumbung Sejahtera ialah Ammonium Nirat (ANFO). Bahan peledak ini merupakan bahan peledak berbentuk butiran (bulat) yang ketahanan terhadap airnya buruk. Kecepatan detonasinya (VOD = 3000 m/s), komposisi beratnya NH_4NH_3 , kekuatan ledaknya 8400 kg/cm² dengan berat jenisnya 0,8445 dan berat/sak = 25 kg/sak. Dynamit powergel ukuran 32 mm, beratnya 200 gr, kekuatan (strength) 80

%, berat jenis 1,23 gr/cc, berat peti nettoanya 25 kg, isi petinya 125 batang/box.

Perlengkapan bahan peledak yang di gunakan lainnya adalah blasting machine buatan cina, kapasitas 1 ohm resistance per cap maximum 500, ukuran (90 x 200 x 218) mm. Circuit tester jenisnya ohm meter, type B01991-1 kemampuan 1000 ohm. Electric detonator jenis detonator listrik, panjang leg wire 9 meter, diameter 0,5 cm. Detonator non elektrik sama dengan detonator elektrik. Lead wire nama atau jenis PVC wire, diameternya 1 x 0.6 mm, panjangnya 100 yard/roll dan tahanan arusnya 5 ohm/100 yard. Insolasidan kantong plastik 0,1 x 3 m.

Geometri Peledakan Secara Teoritis (ANDERSON)

Menurut Anderson (1952) membuat suatu pedoman perhitungan geometri peledakan jenjang berdasarkan pengalaman empirik yang diperoleh di berbagai tempat dengan jenis pekerjaan dan batuan yang berbeda – beda, sehingga Anderson berhasil mengajukan rumusan – rumusan empirik yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam rancangan awal suatu peledakan batuan.

Perhitungan Geometri Peledakan Teoritis Menurut Anderson

Tabel 5.2 Geometri Peledakan Secara Teoritis Menurut Anderson

PARAMETER GEOMETRI PELEDAKAN TEORITIS	NILAI
Burden (B)	1,83 meter
Spacing (S)	2,28 meter
Kedalaman lubang ledak (H)	5,03 meter
Stemming (T)	1,73 meter
Subsiding (J)	0,60 meter
Kolom (sisa) (PC)	3,66 meter
Jinggi jenjang (L)	4,43 meter
Diameter lubang (D)	3 inch
Loading density (de)	3,88 kg/m
Jumlah bahan peledak (Qt)	14,20 kg
Porider Factor (PF)	0,6768 kg/m
Blasting Ratio (BR)	1,3014 m ³ /kg

➤ Perhitungan Geometri Peledakan Teoritis Menurut Anderson

1. Burden = $0,11 \sqrt{D \times H}$

Keterangan:

- B = Burden (m)
- De = diameter lubang ledak (mm)
- H = kedalaman (m)

Diketahui:

- De = 3 inch atau 76,2 mm dimana (1 inch = 25,4 mm)
- H = 12 feet atau 3,66 m dimana (1 feet = 0,3048 m)

Sehingga,

Burden = $0,11 \sqrt{D \times H}$
 = $0,11 \sqrt{278,892}$
 = $0,11 \times 16,70$
 = 1,83 m

2. Spacing

(S) = $K \times B$

Dimana:

- Ks = koreksi spacing (1,25)
- B = burden

Sehingga,

S = $K \times B$
 = $1,25 \times 1,83 \text{ m}$
 = 2,28 m

3. Kedalaman (H)

H = $Kh \times B$

Dimana:

- Kh = hole depth ratio (1,5 – 4)
rata – rata = 2,75

B = Burden

Sehingga,

H = $Kh \times B$
 = $2,75 \times 1,83 \text{ m}$
 = 5,03 m

4. Stemming (T)

Dimana:

- KT = koreksi stemming (0,5 – 1)
- B = burden (1,83 m)

Secara teoritis stemming dapat diuji dengan melihat ukuran stemming terendah hingga tertinggi. Adapun perhitungan tersebut sebagai berikut:

- Stemming terendah = $0,5 \times 1,83$
= 0,91 m

- Stemming tertinggi = $1 \times 1,83$
= 1,83 m
- Jika menggunakan stemming rata-rata (KT = 0,75)
 $T = 0,75 \times 1,83 \text{ m}$
= 1,37 m

5. Subdriling (J)

$$(J) = K \times B$$

Dimana:

Kj = koreksi subdriling (0,33)

B = burden (1,83 m)

Sehingga,

$$\begin{aligned} J &= K \times B \\ &= 0,33 \times 1,83 \text{ m} \\ &= 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Kolom isian (PC)

$$(PC) = H - T$$

Dimana:

H = kedalaman

T = stemming

Sehingga,

$$\begin{aligned} PC &= H - T \\ &= 5,03 \text{ m} - 1,37 \text{ m} \\ &= 3,66 \text{ m} \end{aligned}$$

7. Tinggi jenjang (L)

$$L = H - J$$

Dimana:

H = kedalaman (m)

J = sub drilling (m)

Sehingga,

$$\begin{aligned} L &= 5,03 \text{ meter} - 0,60 \text{ meter} \\ &= 4,43 \text{ meter} \end{aligned}$$

8. Diameter lubang ledak = 3 inch

9. Banyaknya isian bahan peledak

(loading density)

$$\begin{aligned} de &= 0,508 \times (D)^2 \times S_e \\ &= 0,508 \times (3)^2 \times 0,508 \text{ t/c} \\ &= 3,88 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Jadi jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap peledakan

$$\begin{aligned} Q_e &= P \times d \\ &= 3,66 \text{ m} \times 3,88 \text{ k / m} \\ &= 14,20 \text{ kg / lubang} \end{aligned}$$

Maka untuk satu kali peledakan diperlukan bahan peledak

$$\begin{aligned} E &= Q_e \times \text{jumlah lubang} \\ &= 14,20 \times 120 \\ &= 1.704 \text{ kg / peledakan} \end{aligned}$$

10. Powder Factor (PF)

$$\begin{aligned} PF &= \frac{Q}{V} \\ &= \frac{1,2 \text{ k}}{B \times S \times H} \\ &= \frac{1,2 \text{ k}}{1,8 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}} \\ &= \frac{1,2 \text{ k}}{2,9 \text{ m}^3} \\ &= 0,6768 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

11. Blasting Ratio

$$\begin{aligned} BR &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{B \times S \times L}{1,2 \text{ k}} \\ &= \frac{1,8 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \times 4,4 \text{ m}}{1,2 \text{ k}} \\ &= \frac{1,4 \text{ m}^3}{1,2 \text{ k}} \\ &= 1,3014 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

Rencana peledakan yang dimaksud adalah ukuran geometri peledakan yang diterapkan di lapangan dan setelah mengetahui rencana peledakan yang diterapkan di lapangan dan membandingkan dengan teoritis, maka dapat disimpulkan apakah rencana peledakan yang diterapkan di lapangan sudah tepat atau belum.

Perhitungan Target Produksi Volume Pembongkaran Hasil Peledakan

Target produksi per bulan yang direncanakan oleh PT. Andesit Lumbung Sejahtera pada Tahun 2019 adalah sebesar 6000 ton/hari atau 150.000 ton/bulan.

Untuk menghitung target produksi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

➤ Produksi peledakan berdasarkan hasil pengukuran aktual di lapangan

- $P_{\text{lubang}} = B \times S \times L$
= $2,06 \text{ m} \times 2,53 \text{ m} \times 2,16 \text{ m}$
= $11,25 \text{ m}^3/\text{lubang}$

- $P_{\text{hari}} = B \times S \times L \times j_u \times h_l$
= $2,06 \text{ m} \times 2,53 \text{ m} \times 2,16 \text{ m} \times 120$
= $1.350,90 \text{ m}^3 \text{ BCM}$
= $1.350,90 \text{ m}^3 \text{ BCM} \rightarrow$ konversikan ke ton maka di kalikan dengan berat jenis batuan untuk mendapatkan produksi batuan perhari.
= $1.350,90 \text{ m}^3 \text{ BCM} \times 2,65 \text{ t/m}^3$
= $3.579,88 \text{ ton/hari}$

- $P_{\text{bulan}} = P_{\text{hari}} \times 1 \text{ bulan kerja}$
= $3.579,88 \text{ ton/hari} \times 25 \text{ hari}$
= 89.497 ton/bulan

Keterangan:

V = volume batuan yang terbongkar (m^3)
B = burden (m)
S = sapacing (m)
L = tinggi jenjang (m)
N = banyaknya lubang
D = berat jenis batuan andesit 2,65 (ton/m^3)

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan nilai produksi batuan yang bertolak dari keadaan aktual lapangan, yakni 3.579,88 ton/hari dan/atau 89.497 ton/bulan dengan membandingkannya terhadap perhitungan metode Anderson produksi peledakan, yakni 5.877,80 ton /hari dan/atau 146.945 ton/bulan, diperoleh bahwa perhitungan menggunakan metode Anderson mendekati target produksi perusahaan 6000 ton/hari dan/atau 150.000 ton/bulan, sehingga bisa dikatakan bahwa perhitungan metode Anderson akan sangat cocok diterapkan pada perhitungan produksi perusahaan karena nilai perhitungannya yang mendekati target perusahaan PT. Andesit Lumbang Sejahtera.

Saran

Bagi Perusahaan:

Ada baiknya perusahaan menerapkan perhitungan metode Anderson, karena nilai perhitungannya mendekati target produksi perbulan perusahaan. Serta diupayakan agar

dalam penentuan titik bor di lapangan harus dikontrol agar rencana burden, spacing, kedalaman lubang bor sesuai dengan yang sudah di rencanakan sebelumnya agar target produksi diharapkan dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, 1990, "ICE Explosive
- Bakri, Hasbi. (2017). "Produktifitas Kinerja Mesin Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak", Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia.
- De Rosario, Da Costa, Baltazar, Shinthya, Sari, Avellyn, Waloejo, Adjie, D.P dan Fawaidin, Nahdliyin, Ahmad. (2015). "Kajian Teknis Pemboran Untuk Meningkatkan Target Produksi", Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Jimeno, C.L dan Jimeno, E.L. (1995). "Drilling and Blasting of Rocks". Netherhlands: Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Koesnaryo.S, (2001), "Rancangan Peledakan Batuan", Jurusan Teknik Pertambangan-FTM, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Sujana, (1981), "Methode Statistik", penerbit Tarsito,Bandung
- Try, Setiadi, Didiet, Saismana Uyu, Annisa, dan Rakhmawan, Aldi. (2014). "Kajian Teknis Pemboran Lubang Ledak" Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lumbang Mangkurat"