

Desain Pembukaan *Chamber Loading Point 20* pada Level Truck Haulage Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone PT Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua

¹Muh. Fachrie Anggriawan, ²Yuliadi dan ³Dono Guntoro
^{1,2,3}Program Studi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail: m.fachrie.a@gmail.com

Abstract. The study was conducted at the level of the underground mine haulage truck Deep Mill Level Zone PT Freeport Indonesia, which is located in Mimika District, Papua Province. The purpose of this study was to design geometry and technical blasting at the opening of the chamber loading point 20 which is the first point in the mine loading Deep Mill Level Zone. Dimension of chamber loading point 20 is 7 m width with 9.6 m height and 21 m length. The opening of the chamber loading point 20 is done with the horizontal blasting and vertical blasting. Bedrock at loading point 20 is diorite. Rock properties at DMLZ mines which used in the blasting geometry design are rock density of diorite 2.7 ton/m³, diorite modulus young 51.66 GPa, diorite tensile strength 1.8 MPa, diorite wave velocity 5.349,24 m/s. The opening of the access tunnel 20 loading points along the 21 m carried in 8 shift with advances 3 m each blasting. Radius crack propagation for horizontal blasting geometry was applied 0.8 m as the distance between explode holes. Horizontal blasting requires 453 kg of Anfo for 96 explode holes with powder factor blasting 1.3 kg/ton. The opening of the chamber loading point 20 with 9.6 m height along 21 m was done after vertical blasting for access. The opening of the chamber carried with two vertical blasting sequence as deep as 3.8 m per explosive hole. Result of radius crack propagation vertical blasting calculation is 0.8 m. Vertical blasting does not require an empty hole because there is a hole with 4 m diameter called ore pass which has void ratio more than 20% for blasting. Blasting sequence 1 takes 1.000 stick of senatel powerfrag magnapex for 112 explosive vertical holes with PF 0.7 kg/ on. And vertical blasting sequence 2 takes 900 stick powerfrag magnapex for 100 holes explosive vertical holes with PF of 0.64 kg/ton.

Key Words : Blasting, Chamber, Loading Point, Crack Propagation.

Abstrak. Penelitian dilakukan di level truck haulage tambang bawah tanah Deep Mill Level Zone PT Freeport Indonesia yang berada pada Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang geometri dan teknis peledakan pada pembukaan *chamber loading point 20* yang menjadi loading point pertama di tambang Deep Mill Level Zone. Dimensi *chamber loading point 20* ialah lebar 7 m dengan tinggi 9,6 m dan panjang 21 m. Pembukaan *chamber loading point 20* dilakukan dengan peledakan horizontal dan peledakan vertikal. Batuan dasar pada titik loading point 20 adalah batuan diorite. Parameter sifat fisik dan mekanik pada tambang DMLZ yang digunakan dalam perancangan geometri peledakan ialah densitas batuan 2,7 ton/m³, modulus young batuan 51,66 GPa, kuat tarik batuan 1,8 MPa, kecepatan gelombang batuan 5.34924 m/s. Pembukaan terowongan akses loading point 20 sepanjang 21 m dilakukan selama 8 shift dengan kemajuan 3 m tiap peledakan. Radius crack propagation pada geometri peledakan horizontal yang diterapkan adalah 0,8 m sebagai jarak antar lubang ledak. Peledakan horizontal membutuhkan 453 kg bahan peledak Anfo untuk 96 lubang ledak dengan powder factor sebesar 1,3 kg/ton. Pembukaan *chamber loading point 20* dengan tinggi 9,6 m sepanjang 21 m dilakukan dengan peledakan vertikal setelah terowongan akses siap digunakan. Pembukaan chamber dilakukan dengan 2 sequence peledakan vertikal sedalam 3,8 m tiap lubang ledak. Radius crack propagation hasil perhitungan peledakan vertikal adalah 0,8 m. Peledakan vertikal tidak membutuhkan lubang kosong karena terdapat lubang ore pass berdiameter 4 m dengan void ratio lebih dari 20%. Peledakan vertikal sequence 1 membutuhkan 1.000 stick senatel powerfrag magnapex untuk 112 lubang ledak vertikal dan PF sebesar 0,7 kg/ton. Peledakan vertikal sequence 2 membutuhkan 900 stick senatel powerfrag magnapex untuk 100 lubang ledak vertikal dan PF sebesar 0,64 kg/ton.

Kata Kunci : Blasting, Chamber, Loading Point, Crack Propagation.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

PT Freeport Indonesia merupakan salah satu industri pertambangan tembaga dan emas terbesar di Indonesia saat ini yang menerapkan sistem penambangan bawah tanah dengan metode *block caving*. Sistem transportasi ore yang akan diterapkan pada tambang DMLZ ialah dengan menyalurkan ore hasil ekstraksi dari level extraction menuju level truck haulage. Ore disalurkan melalui lubang vertikal yang disebut ore pass. Ore yang disalurkan melalui ore pass akan ditampung oleh mesin loading point pada level truck haulage. Kemudian ore yang ditampung pada mesin *loading point* akan dimuat oleh alat muat menuju tempat penampungan ore selanjutnya.

Rencana produksi DMLZ akan mulai dilakukan pada tanggal 15 September tahun 2015. Waktu yang sempit antara masa pengembangan tambang dengan kegiatan produksi menyebabkan banyak pekerjaan yang harus dilakukan dengan efektif dan efisien. Saat penelitian dilakukan di tambang DMLZ akan dibuat *chamber loading point* pertama dari sejumlah *loading point* yang akan dibuat. Oleh sebab itu pembukaan *chamber loading point* ini menjadi objek penelitian yang diharapkan dapat menjadi desain peledakan yang dapat digunakan untuk *loading point* lain di tambang DMLZ.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dimensi terowongan dan *chamber loading point* 20
2. Mengetahui karakteristik dan kekuatan batuan pada titik *chamber loading point* 20
3. Merancang geometri peledakan horizontal dan vertikal yang tepat untuk digunakan pada pembukaan *chamber loading point* 20 beserta kebutuhan bahan peledaknya
4. Memprediksi fragmentasi hasil peledakan *chamber loading point* 20
5. Menentukan desain peledakan horizontal dan vertikal pembukaan *chamber loading point* 20

B. Landasan Teori

Parameter Batuan Terhadap Proses Peledakan

Proses peledakan yang berlangsung bergantung besar pada karakteristik batuan yang dihancurkan oleh bahan peledak tersebut. Karakteristik batuan yang menjadi parameter proses peledakan tersebut ialah :

1. Densitas, mempengaruhi kekuatan energi bahan peledak dan pemilihan untuk bahan peledaknya, biasanya untuk sifat batuan yang lebih keras memerlukan powder factor yang besar
2. Struktur geologi, bagus atau jeleknya hasil peledakan dapat dilihat dari struktur geologi yang terdapat pada area proses peledakan
3. Kekuatan dinamis dari batuan, batuan akan melemah terhadap tarikan, tetapi kuat terhadap tekanan.
4. Karakteristik elastis, batuan yang memiliki elastisitas rendah cenderung menyerap energi peledak sehingga jarak kritikal menjadi kecil, sedangkan batuan yang memiliki elastisitas besar maka akan memperbesar jarak kritikal.
5. Kecepatan rambat gelombang pada batuan, Kecepatan gelombang ini akan menyebar ke seluruh batuan dan akan menyebabkan pecahnya batuan secara radial di setiap lubang ledak, sehingga jarak antar lubang ledak dalam

pembuatan pola peledakan dapat ditentukan.

Perancangan Daerah Cut

Dari hasil peledakan diperoleh bahwa jarak maksimum kemampuan bahan peledak memecahkan batuan (critical separation) dipengaruhi oleh karakteristik massa batuan dan jenis bahan peledak. Pada pola pemboran dan dalam penentuan persentase lubang void, jarak antar lubang dalam area burn cut, mempunyai kaitan erat dengan Modulus Elastisitas (Modulus Young). Batuan dengan Modulus Elastisitas yang rendah memiliki kecenderungan menyerap energi peledakan sehingga jarak antara lubang kosong dengan lubang ledak di daerah cut perlu dikurangi. Persamaan yang menunjukkan hubungan di atas dapat dinyatakan dalam bentuk formula dibawah ini (Sumber “*Optimal Drill and Blast Techniques For Underground Mining*” Dyno Nobel, Atlas Copco) :

$$CriticalSeparation(CR) = 2 \times \Phi_{eff. relief hole} \times \frac{E}{E_0} \times \frac{1}{REE}$$

$$\Phi_{eff. relief hole} = \Phi_{hole} \sqrt{n}$$

Dimana:

- $\Phi_{eff. relief hole}$ = diameter efektif dari lubang kosong (mm)
 Φ_{hole} = diameter lubang (mm)
 E = modulus Young batuan (GPa)
 E_0 = Reference modulus Young = 50 (GPa)
 REE = Relative effective energi dari bahan peledak (Anfo = 100)
 n = Jumlah relief hole

Rancangan Peledakan Berdasarkan Radius Crack Propagation

Radius crack propagation merupakan jarak maksimal dimana batuan dapat dipecahkan oleh bahan peledak, sehingga dengan penentuan dari radius crack propagation tersebut dapat ditentukan letak dari lubang ledak serta jarak antara lubang ledak yang terdapat pada daerah easer dan perimeter. Menurut Oucetlony (1997) yang berdasarkan basis data dari test vanga yang dikembangkan olehnya, persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya radius crack propagation yang dapat digunakan adalah:

$$Rco = 0.5 \times \Phi_h \times \left(\frac{P_h}{P_{h,crack}} \right)^{2/3} \left[\left(\frac{P_h}{P_c} \right)^{0.25} - 1 \right] \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$P_{h,crack} = \frac{3.30 K Ic}{\sqrt{\Phi_h}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$P_h = g^g / (g + 1)^{(g+1)} \times re \times D^2 \left(\frac{\Phi_e}{\Phi_h} \right)^{2.2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$g = \sqrt{1 + D^2 / Q} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- Rco = Radius Crack (m)
 Φ_e = Charge diameter (m)
 Φ_h = Diameter lubang (m)

- D = VOD bahan peledak (m/s)
 Q = *Explosion energi* (J/Kg)
 ρ_e = Densitas bahan peledak (Kg/m³)
 c = Kecepatan gelombang dalam batuan (m/s)
 K_{Ic} = Ketahanan pecah dari batuan (Pa.m^{0.5})
 γ = Eksponen dari ekspansi adiabatic
 P_h = Tekanan lubang ledak (Pa)
 $P_{h,Crack}$ = Tekanan lubang ledak dengan *crack* (Pa)

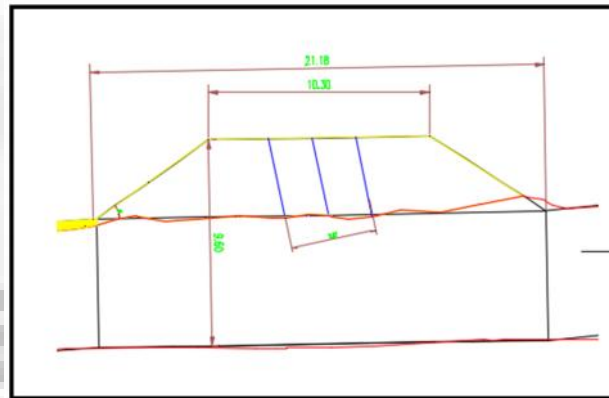
C. Hasil Penelitian

Data Properties Massa Batuan Pada Area Loading Point 20

Berdasarkan data hasil pengujian sample coring daerah DMLZ level truck haulage batuan diorit memiliki densitas 2.7 kg/m³ dengan nilai kuat tekan rata-rata 41.9 MPa dan nilai kuat tarik 1.8 MPa serta nilai modulus young sebesar 51.66 GPa. Nilai-nilai tersebut merupakan parameter kekuatan batuan yang digunakan dalam rancangan geometri peledakan *chamber loading point 20*.

Desain *Chamber loading point 20*

Sesuai dengan tujuan penelitian rancangan peledakan yang akan dibuat yakni untuk membuka *chamber loading point 20* pada level *truck haulage* dengan desain seperti berikut.



Gambar 1. Desain *Chamber loading point 20* (Tampak Barat)

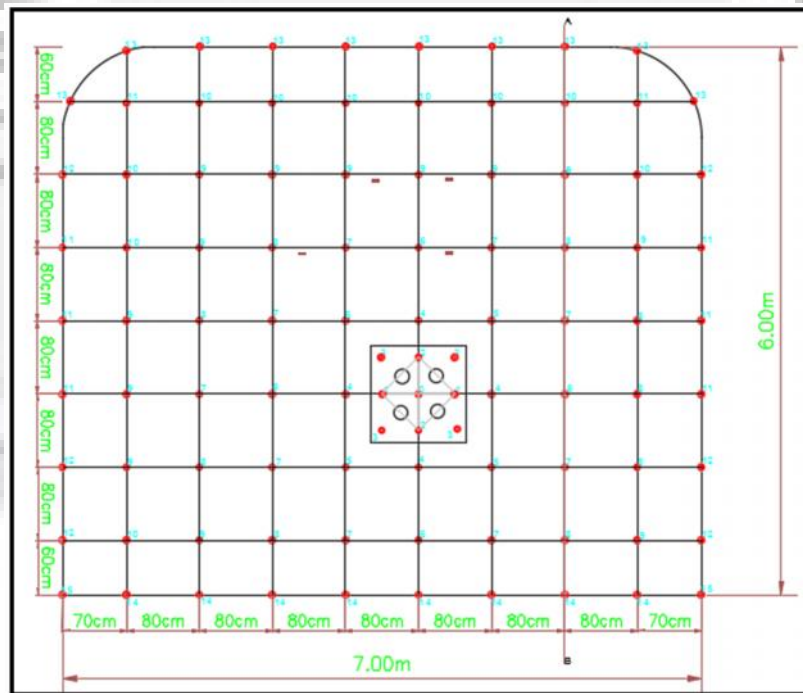
Rancangan Geometri Pembukaan *Chamber loading point 20*

Pembukaan chamber didahului dengan pembukaan terowongan akses dengan dimensi lebar 7 m dengan tinggi 6 m. pembukaan akses terowongan ini dilakukan dengan peledakan horizontal. Setelah akses terowongan selesai lalu dilakukan pembukaan chamber dengan peledakan vertical pada bagian atap atau *back* akses terowongan. Berikut ialah rancangan geometri peledakan horizontal (Tabel 1.)

Tabel 1. Nilai Parameter Peledakan Horizontal *Loading point 20*

Parameter Peledakan	Nilai
Diameter lubang ledak, f_e	0,076 m = 3"
Diameter Lubang Kosong, f_{effRH}	0,1524 m = 6"
Critical Separation	0,3149 m
Kekuatan pecah batuan, K_{lc}	14.267.978,27 Pa.m ^{0,5}
Kecepatan gelombang batuan, c	5.349,24 m/s
Energi Bahan Peledak, Q	2.330.000 J/Kg
Expansion Exponent, g	2,205
Tekanan Lubang Ledak, P_h	984.795.775,60 Pa
Tekanan Lubang Ledak dengan crack, $P_{h,crack}$	170.568.524,8 Pa
Radial Crack, R_{co}	0,818 m
Stemming, T	1,0 m
Powder Column	2,0 m
Loading Density, E_w	2,35 kg/m
Jumlah Bahan Peledak	453, 069 kg
Prediksi Fragmentasi Hasil Peledakan	14,5 cm

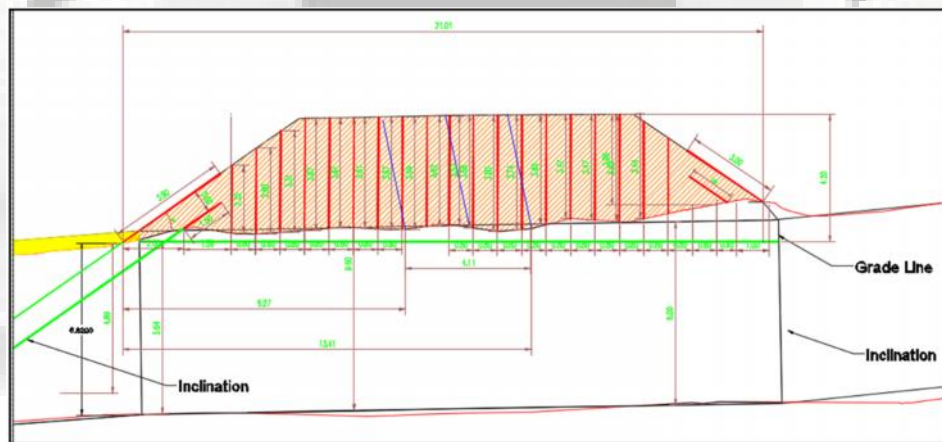
Berdasarkan perhitungan maka jarak antar *empty hole* dengan lubang ledak pada area *cut hole* sebesar 30 cm dan jarak antar lubang ledak sebesar 80 cm. Berikut adalah desain geometri peledakan horizontal (Gambar 3).

**Gambar 2.** Desain Pola Peledakan Horizontal (Tampak Face Terowongan)

Setelah desain peledakan horizontal berikut adalah geometri peledakan vertical untuk membuka *chamber loading point 20* (Tabel 2).

Berikut adalah desain lubang tembak vertical berdasarkan geometri peledakan yang telah dirancang.

Berikut adalah desain lubang tembak vertical berdasarkan geometri peledakan yang telah dirancang.



Gambar 5. Lubang Tembak Vertikal Pembukaan *Chamber loading point 20*

D. Kesimpulan

Peledakan Horizontal

- Teknik Pertambangan, Gelombang 1, Tahun Akademik 2015-2016

pada geometri peledakan yang diterapkan adalah 0,8 m sebagai jarak antar lubang ledak

4. Peledakan horizontal membutuhkan 453 kg bahan peledak Anfo untuk 96 lubang ledak dengan powder factor sebesar 1,3 kg/ton
5. Berdasarkan geometri yang dirancang prediksi fragmentasi peledakan horizontal adalah 14,5 cm

Peledakan Vertikal

1. Dimensi *chamber loading point* 20 adalah tinggi 9,6 m sepanjang 21 m dilakukan dengan peledakan vertikal setelah terowongan akses siap digunakan.
2. Pembukaan chamber dilakukan dengan 2 sequence peledakan vertikal sedalam 3,6 m tiap lubang ledak
3. Radius crack propagation hasil perhitungan peledakan vertikal adalah 0,8 m. Peledakan vertikal tidak membutuhkan lubang kosong karena terdapat lubang ore pass berdiameter 4 m dengan void ratio lebih dari 20%
4. Peledakan vertikal sequence 1 membutuhkan 1.008 stick senatel powerfrag magnapex untuk 112 lubang ledak vertikal dan PF sebesar 0,7 kg/ton. Peledakan vertikal sequence 2 membutuhkan 900 stick senatel powerfrag magnapex untuk 100 lubang ledak vertikal dan PF sebesar 0,64 kg/ton.
5. Berdasarkan rancangan geometri prediksi fragmentasi pada pembukaan chamber adalah 20,34 cm

Daftar Pustaka

- Anonim A., 1977, *Blasters' Handbook*, Du Pont, 16th ed, Sales Development Section, Explosives Products Division, E.I. du Pont de Nemours & Co.(Inc), Wilmington, Delaware, pp. 87 – 142.
- Anonim B, 1988. *Blasting Explosives and Accessories*, ICI Australia Operation, Pty. Ltd. Explosive Division, pp. 1 – 17.
- Anonim C, 2015. *Monthly Reports of Alimak Production, Underground Mine Capital Project*, PT Freeport Indonesia, Papua.
- Anonim.D, *Optimal Drill and Blast Techniques for Underground Mining*, Dyno Nobel, Blastronics System and Services, Atlas Copco.
- Guftafsson, R., 1973, *Swedish Blasting Technique*, SPI, Gothenburg, Sweden.
- Hoek, E. and Brown, E.T., (1980), “*Underground Excavation in Rock*”, Institution of Mining & Metallurgy, London.
- Iryono, 2004, “*Kajian Teknis dan Ekonomis Pembuatan Slot Raise Menggunakan Metode Inverse Raise*”, Tugas Akhir di PT. Freeport, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta. Hal 29-33.
- Kusuma, Andri. 2006. *Studi Pengembangan Metode Estimasi Ukuran Blok Batuan Primer Dari Data Aktual Pada Area GRSBC Underground Crusher PT FI Dengan Menggunakan Software 3-D Vulcan*. Bandung: Departemen Teknik Pertambangan ITB
- Langefors U & Kihlsorm B., 1981, *The Modern Technique Of Rock Blasting, A Halsted Press Book*, John Willey & Sons, New York.
- Oucterlony, Finn., 1997, *Prediction of Crack lengths in Rock*, Swedish Rock

Engineering Research, Stockholm, Sweden.

