

**ANALISIS DAMPAK DEVIASI *DEPTH HOLE* TERHADAP DEVIASI
EXPLOSIVE SERTA DEVIASI *COST* DI ELEVASI 450 DAN 465
PHASE 7 PADA BULAN DESEMBER 2016 – JANUARI 2017
DI PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA**

**ANALYSIS OF *DEPTH HOLE*'S DEVIATION IMPACT TO *EXPLOSIVE*'S
DEVIATION AND *COST* DEVIATION IN BENCH 450 AND 465
PHASE 7 IN DECEMBER 2016 – JANUARY 2017 AT
PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA**

***Rosalina*¹, *Machmud Hasjim*² dan *Djuki Sudarmono*³**

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia
PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, Sumbawa Barat, 84457, Nusa Tenggara Barat
Email: rosalinazahroni@gmail.com*

ABSTRAK

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara merupakan perusahaan pertambangan tembaga, emas, dan perak yang berada di Pulau Sumbawa. Lokasi proyek penambangan PT. AMNT terletak di Pit Batu Hijau kabupaten Sumbawa Barat. PT. AMNT menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode open pit. Kegiatan utama yang dilakukan dalam tambang terbuka meliputi land clearing, pengupasan tanah penutup, pengeboran dan peledakan, pemuatan, pengangkutan, dan penimbunan. PT. AMNT menggunakan Jigsaw Dispatch System sebagai alat monitoring dan controlling alat mekanis dan alat bantu yang beroperasi di Pit Batu Hijau, salah satunya alat pengeboran. Dalam upaya pembeaian batuan PT. AMNT menggunakan metode pengeboran dan peledakan dikarenakan kondisi batuan yang ada di Pit Batu Hijau sebagian besar diklasifikasikan sebagai material yang sulit dibongkar. Dalam tugas akhir ini akan dibahas tentang analisis dampak deviasi Depth hole terhadap deviasi explosive serta deviasi cost yang terjadi akibat adanya over Depth hole dari kegiatan pengeboran. Perhitungan akan dilakukan berdasarkan Blast Domainnya, yaitu terdiri dari Blast Domain 5, 6 dan 9. Deviasi Depth hole serta Deviasi Explosive tersebut didapatkan dari selisih antara actual dengan plannya. Khusus pada lubang yang mengalami over Depth hole, dilihat dampaknya terhadap deviasi cost yang terjadi, dengan mengaitkan deviasi Depth hole tersebut dengan nilai blast cost yang ditentukan oleh Divisi Drill and Blast PTAMNT yaitu senilai 0.43 \$/ton. Deviasi cost didapatkan dengan cara selisih antara blast cost actual yang terjadi dengan blast cost plan yang diharapkan. Setelah dilakukan perhitungan deviasi cost akibat adanya over Depth hole, maka dapat memberikan solusi agar meminimalisir biaya tambahan yang dikeluarkan dari plan yang ditentukan.

Kata Kunci : Jigsaw dispatch system, drilling, blasting, over Depth hole, deviasi Cost.

1. PENDAHULUAN

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara merupakan perusahaan pertambangan yang menghasilkan produk berupa konsentrat tembaga dengan mineral ikutan berupa emas dan perak. PT. AMNT telah mengalami perubahan perusahaan pertambangan kontrak karya (KK) menjadi Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK) Operasi Produksi [1]. Luas wilayah operasi produksi PT. AMNT telah memenuhi persyaratan sesuai batas luas wilayah IUPK Operasi Produksi untuk mineral logam yaitu tidak lebih dari 25,000 Hektar [2].

Dalam upaya pembeaian batuanya PT. AMNT menggunakan pemboran dan peledakan dikarenakan kondisi batuan yang ada di Pit Batu Hijau sebagian besar diklasifikasikan sebagai material yang sulit dibongkar. Pemboran merupakan salah satu kegiatan penting yang dilakukan sebelum pengisian bahan peledak dan pembuatan rangkaian peledakan pada daerah yang akan diledakkan, pemboran ini bertujuan untuk membuat lubang ledak [3]. Kegiatan peledakan bertujuan untuk menghancurkan batuan agar lebih mudah untuk digali dan dimuat kedalam alat angkut, sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien [4].

Jigsaw dispatch system adalah suatu sistem manajemen pertambangan yang menggunakan program simulasi komputer untuk mengatur pola kerja alat mekanis serta dilengkapi dengan *wireless connection* dengan menggunakan fungsi waktu *real time*. Deviasi *Depth hole* merupakan perbedaan antara *actual Depth hole* dengan *plan Depth hole*.

Powder column lenght (PC) atau jenjang kolom isian merupakan bagian dari lubang ledak yang diisi dengan bahan peledak [5]. *Loading density* (de) adalah besaran yang menyatakan besaran massa bahan peledak (kg) per satuan panjang *column charge* (m) dan dinyatakan dalam (kg/m). Untuk menghitung jumlah isian yang digunakan tiap lubang ledak maka harus ditentukan dulu jumlah isian bahan peledak per meter panjang kolom isian (*Loading density*) [6].

Hasil produksi pada kegiatan hasil penambangan secara umum dapat dihubungkan dengan *powder factor*, karena dengan mengetahui *powder factor* maka dapat diketahui jumlah bahan peledak yang dipakai untuk menghasilkan sejumlah batuan. Untuk menghitung PF harus diketahui luas daerah yang diledakan (A), tinggi jenjang (H), panjang muatan dari sebuah lubang tembak (PC), *loading density* (de atau pd) dan material *density ratio* (dr) dan jumlah lubang ledak (n) [6].

Pola pengeboran merupakan suatu pola untuk menempatkan lubang-lubang ledak secara sistematis. Pola pengeboran ada 2 macam, yaitu pola pengeboran sejajar (*Parallel pattern*) dan pola pengeboran selang-seling (*Staggered pattern*) [7].

Bahan peledak (*Explosive*) adalah bahan/zat yang berbentuk cair, padat, gas atau campurannya yang apabila dikenai suatu aksi berupa panas, benturan, gesekan akan berubah secara kimiawi menjadi zat-zat lain yang lebih stabil, yang sebagian besar atau seluruhnya berbentuk gas dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang amat singkat, disertai efek panas dan tekanan yang sangat tinggi [8]. Pembagian bahan peledak, yaitu bahan peledak peka detonator, bahan peledak peka primer, bahan peledak ramuan [9].

Deviasi *Explosive* adalah suatu bentuk penyimpangan terhadap jumlah bahan peledak (*Explosive*) yang tidak terprediksi [10]. Deviasi *Cost* adalah suatu bentuk penyimpangan biaya antara biaya aktual termasuk biaya yang sudah masuk dalam *budget* yang telah ditentukan [10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu penelitian dimulai dari Tanggal 15 Desember 2016 hingga 13 Januari 2017. Lokasi penelitian berada di wilayah Pit Batu Hijau, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Metode penelitian yang digunakan dalam kegiatan penelitian ialah dengan menggabungkan antara teori dan data di lapangan sehingga akan mendapatkan analisis dan solusi untuk permasalahan yang ada di lapangan. Adapun tahapan dari metode penelitian tugas akhir ini antara lain studi literatur yang dibahas sesuai penelitian, observasi lapangan dan pengambilan data yang diperlukan seperti data sekunder, pengolahan dan analisis data. Serta memberikan kesimpulan dari penelitian dan saran yang baik untuk perusahaan di masa yang akan datang.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati data hasil pengukuran *Jigsaw Dispatch System* yang dipasangkan pada alat *drill* yang beroperasi untuk mengetahui nilai dari *actual depth hole* dari suatu lubang ledak. Data primer yang digunakan dalam jurnal ini diperoleh dari observasi lapangan, dokumentasi dari lapangan, dan tanya jawab dari pengawas tambang maupun operator yang berada di lapangan. Data yang diambil adalah: Data *Depth hole actual*, data *Depth hole plan*, data *explosive plan*, data *burden*, data *spacing*, data *powder factor*, data *blast cost*. Jumlah data yang diambil terdiri dari 1050 lubang. Data Sekunder seperti Peta lokasi area penambangan Pit Batu Hijau dan data curah hujan pada daerah penelitian.

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung deviasi *depth hole* yang terjadi. Perhitungan deviasi *depth hole* dibutuhkan data *actual depth hole* yang diperoleh dari pengamatan yang dilakukan dari *Jigsaw Dispatch System* dan data *plan depth hole* yang diperoleh dari dokumentasi dari lapangan. Untuk menghitung nilai deviasi *depth hole* yang terjadi dirumuskan pada pers. (1):

$$\text{Deviasi Depth hole} = \text{Actual Depth hole} - \text{Plan Depth hole (m)} \quad (1)$$

Setelah mengetahui nilai dari deviasi depth hole yang terjadi, maka pengolahan data selanjutnya dilakukan dengan menghitung deviasi *explosive* yang terjadi. Perhitungan deviasi *explosive* dibutuhkan data *actual explosive*, yang diperoleh dengan didahului perhitungan jumlah *explosive* per meter (kg/m) dengan rumus R.L. Ash, *Powder Factor* (kg/m³) dengan rumus R. L. Ash, menghitung *powder column length* (PC) dengan menggunakan rumus Konya. Tahap terakhir untuk menghitung deviasi *explosive* dibutuhkan data *plan depth hole* yang diperoleh dari hasil dokumentasi lapangan. Untuk menghitung jumlah *explosive* per meter, *powder factor*, PC, dan mendapatkan nilai deviasi *explosive* masing-masing secara berurutan menggunakan pers. (2) [6], pers. (3) [5], pers. (4) [6] dan pers. (5):

$$de = 0,508 De^2 (SG) \quad (2)$$

Keterangan:

PC = *Powder column length* (ft or m)

H = Kedalaman lubang ledak (ft or m)

T = *Stemming* (ft or m)

$$PF = E/W \quad (3)$$

Keterangan:

dr = 0,258(SG) (ton/m³)

W = A.H.dr (ton).

E = PC.n.de (lb).

$$PC = H - T \quad (4)$$

Keterangan:

PC = *Powder length column* (ft or m)

H = Kedalaman lubang ledak (ft or m)

T = *Stemming* (ft or m)

$$\text{Deviasi Explosive} = \text{Actual Explosive} - \text{Plan Explosive} \quad (5)$$

Pengolahan data yang terakhir yaitu menghitung nilai dari penyimpangan biaya (*Deviasi Cost*) akibat dari penyimpangan kedalaman (*Deviasi depth hole*) untuk lubang khususnya yang mengalami kelebihan kedalaman (*Over depth hole*). Untuk menghitung nilai deviasi depth hole dirumuskan pada pers. (6)

$$\text{Deviasi Cost} = \text{Actual Cost} - \text{Plan Cost} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengeboran dengan *Jigsaw Dispatch System*

Kegiatan pengeboran di Pit Batu Hijau PT. Amman Mineral Nusa Tenggara salah satunya yaitu bertujuan untuk membuat lubang ledak untuk *pattern production*. Pola pengeboran yang digunakan adalah pola pengeboran selang-seling (*Staggered pattern*), arah lubang ledak vertical, dengan ketinggian bench 15 meter dan subdrilling 1.5 meter.

Penelitian ini menggunakan sistem pengeboran *rotary system* dengan alat bor Pit Viper (PV) 351 dari atlas copco yang berdiameter 311 mm atau 12.25 inch. Alat bor telah dipasang *High Precision Global Positioning System* (HPGPS), dengan tujuan sebagai alat navigasi untuk mencari titik yang akan dibor dan untuk memberikan informasi kepada operator *drill* untuk kedalaman lubang yang harus dibor.

3.2. Perhitungan Deviasi *Depth hole*

Perhitungan deviasi *Depth hole* didapatkan dari hasil selisih antara *actual Depth hole* dengan *plan Depth hole*. *Actual Depth hole* diperoleh dari pengamatan menggunakan *Jigsaw Dispatch System* pada alat *drill*.

a. Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* di *Blast Domain 5*

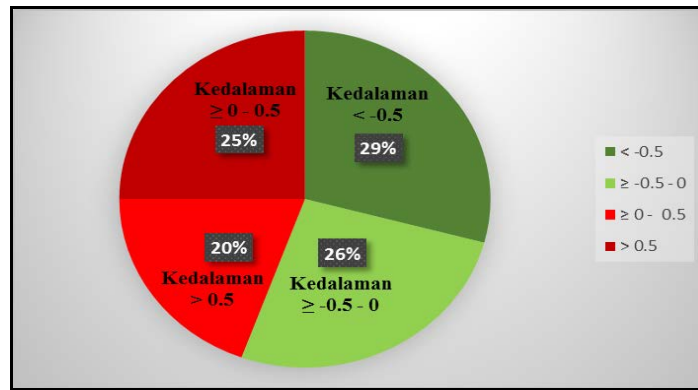
Blast Domain 5 terdiri dari 2 *pattern*, yaitu *pattern 465D-282* dan *465D-2837*, ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 1.

b. Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* di *Blast Domain 6*

Blast Domain 6 terdiri dari 1 *pattern*, yaitu *pattern 450D-300*, ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 1. Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* di *Blast Domain 5*

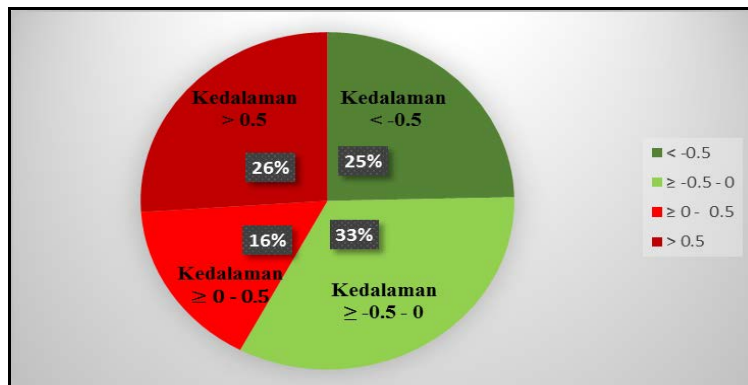
Range	Freq	Jumlah Lubang	%	Total %	Total Deviasi <i>Depth</i> (m)
< -0.5	42	80	29%	55%	43.84
≥ -0.5 - 0	38		26%		7.57
≥ 0 - 0.5	28	64	19%	45%	5.82
> 0.5	36		25%		38.12
	144		100%		95.35
Note: (-) = <i>Under Depth Hole</i> (m)					
(+) = <i>Over Depth Hole</i> (m)					



Gambar 1. Grafik Data Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* Di *Blast Domain 5*

Tabel 2. Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* di *Blast Domain 6*

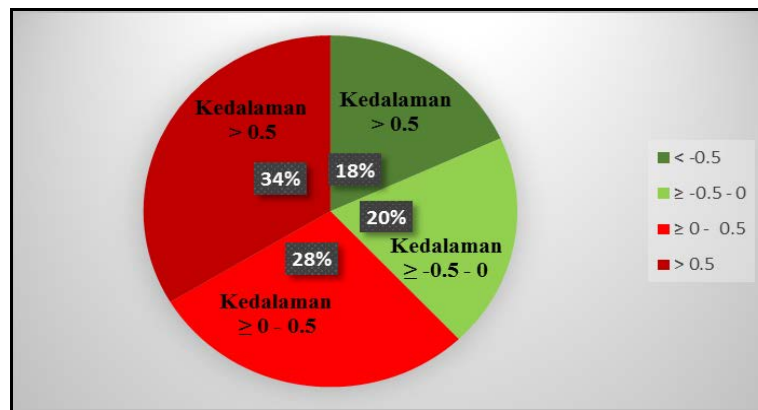
Range	Freq	Jumlah Lubang	%	Total %	Total Deviasi <i>Depth</i> (m)
< -0.5	35	82	25%	58%	32.79
≥ -0.5 - 0	47		33%		12.22
≥ 0 - 0.5	23	60	16%	42%	7.72
> 0.5	37		26%		27.39
	142		100%		80.12
note: (-) = <i>Under depth hole</i> (m)					
(+) = <i>Over depth Hole</i> (m)					



Gambar 2. Grafik Data Deviasi *Depth hole* pada *Pattern* Di *Blast Domain 6*

Tabel 3. Deviasi Depth hole pada Pattern di Blast Domain 9

Range	Freq	Jumlah Lubang	%	Total %	Total Deviasi Depth (m)
< -0.5	139	290	18%	38%	164.70
≥ -0.5 - 0	151		20%		38.30
≥ 0 - 0.5	217	474	28%	62%	56.74
> 0.5	257		34%		286.88
	764		100%		546.62
note: (-) = Under depth hole (m)					
(+) = Over Depth Hole (m)					



Gambar 3. Grafik Data Deviasi Depth hole pada Pattern Di Blast Domain 9

c. Deviasi Depth hole pada Pattern di Blast Domain 9

Blast domain 9 terdiri dari 8 pattern, yaitu pattern 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 3.

3.3. Perhitungan Deviasi Explosive

a. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 5

Blast domain 5 terdiri dari 2 pattern, yaitu pattern 465D-282 dan 465D-283, ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 4.

b. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 6

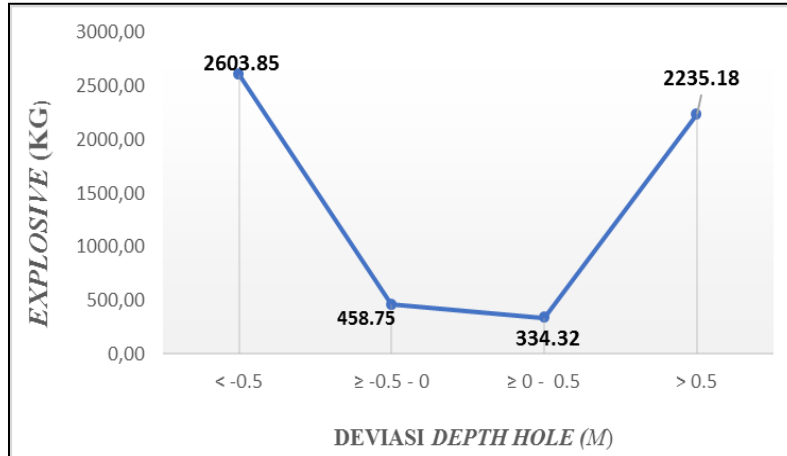
Blast Domain 6 terdiri dari 1 pattern, yaitu pattern 450D-300, ditunjukkan pada tabel 5 dan gambar 5.

c. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 9

Blast domain 9 terdiri dari 8 pattern, yaitu pattern 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, ditunjukkan pada tabel 6 dan gambar 6.

Tabel 4. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 5

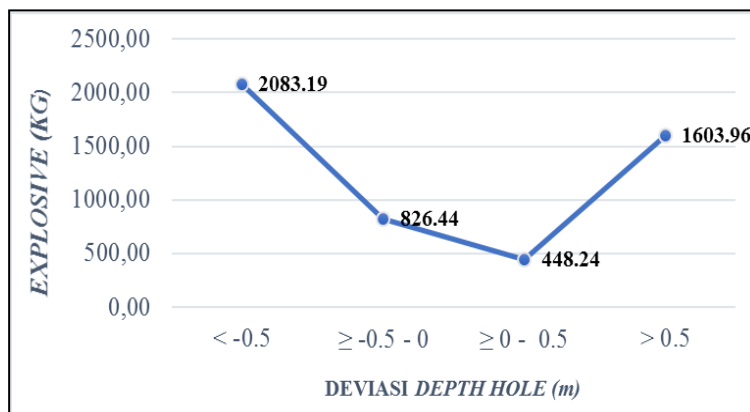
Range	Deviasi Depth (m)	Total Deviasi Depth (m)	Kg Deviasi	Total Kg Deviasi
< -0.5	43.84	51.41	2603.85	3062.60
≥ -0.5 - 0	7.57		458.75	
≥ 0 - 0.5	5.82	43.94	334.32	2569.50
> 0.5	38.12		2235.18	
	95.35		5632.10	



Gambar 4. Deviasi Explosive Terhadap Terjadinya Deviasi Depth hole Pada Blast Domain 5

Tabel 5. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 6

Range	Deviasi Depth (m)	Total Deviasi Depth (m)	Kg Deviasi Explosive	Total Kg Deviasi Explosive
< -0.5	32.79	45.00	2083.19	2909.63
≥ -0.5 - 0	12.22		826.44	
≥ 0 - 0.5	7.72	35.11	448.24	2052.20
> 0.5	27.39		1603.96	
	80.12		4961.83	

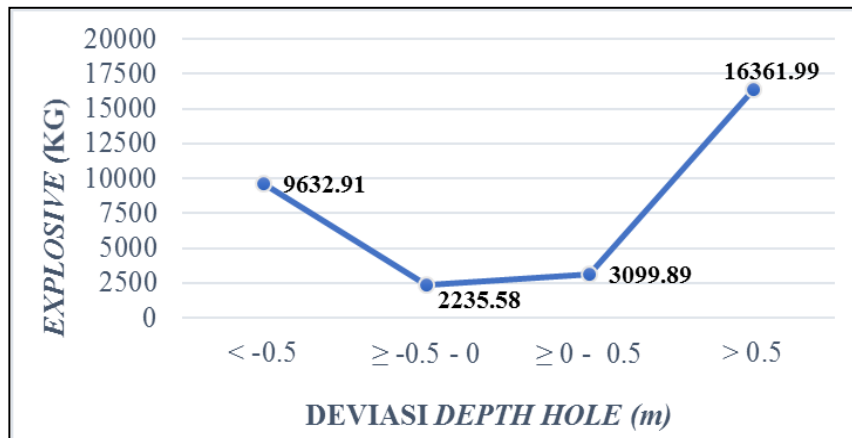


Gambar 5. Deviasi Explosive Terhadap Terjadinya Deviasi Depth hole Pada Blast Domain 6

Tabel 6. Deviasi Explosive pada Pattern di Blast Domain 9

Range	Deviasi Depth (m)	Total Deviasi Depth (m)	Kg Deviasi Explosive	Total Kg Deviasi Explosive
< -0.5	164.70	203.00	9,632.91	11,988.49
≥ -0.5 - 0	38.30		2,355.58	
≥ 0 - 0.5	56.74	343.62	3,099.89	19,461.88
> 0.5	286.88		16,361.99	
	546.62		31,450.38	

Note: (-) = Under Depth Hole (m)
 (+) = Over Depth Hole (m)



Gambar 6. Deviasi Explosive Terhadap Terjadinya Deviasi Depth hole Pada Blast Domain 9

3.4. Perhitungan Deviasi Cost

a. Deviasi Cost pada Pattern di Blast Domain 5

Blast domain 5 terdiri dari 2 pattern, yaitu pattern 465D-282 dan 465D-283, ditunjukkan pada tabel 7 dan gambar 7.

b. Deviasi Cost pada Pattern di Blast Domain 6

Blast Domain 6 terdiri dari 1 pattern, yaitu pattern 450D-300, ditunjukkan pada tabel 8 dan gambar 8.

c. Deviasi Cost pada Pattern di Blast Domain 9

Blast domain 9 terdiri dari 8 pattern, yaitu pattern 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, ditunjukkan pada tabel 9 dan gambar 9.



Gambar 7. Blast Cost Plan dan Blast Cost Actual pada Blast Domain 5



Gambar 8. Blast Cost Plan dan Blast Cost Actual pada Blast Domain 6



Gambar 9. Blast Cost Plan dan Blast Cost Actual pada Blast Domain 9

4. KESIMPULAN

Dari pengamatan terhadap kegiatan pengeboran dan peledakan di PT. AMNT dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Deviasi *Depth hole* antara *depth actual* dengan *depth plan*:

a. *Pattern* Pada Blast Domain 5

Dari kedua *pattern* yang dianalisis yaitu 465D-282 dan 465D-283, menghasilkan lubang ledak yang mengalami deviasi *Depth hole* sebesar 95.35 meter yang berasal dari 144 lubang. atau rata-rata terjadi deviasi *Depth hole* pada tiap lubang yaitu sebesar 0.66 meter/Lubang.

b. *Pattern* Pada Blast Domain 6

Dari satu *pattern* yang dianalisis *pattern* yaitu 450D-300, menghasilkan lubang ledak yang mengalami deviasi *Depth hole* sebesar 80.12 meter yang berasal dari 142 lubang. atau rata-rata terjadi deviasi *Depth hole* pada tiap lubang yaitu sebesar 0.56 meter/Lubang.

c. *Pattern* Pada Blast Domain 9

Dari kedelapan *pattern* yang dianalisis yaitu 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, menghasilkan lubang ledak yang mengalami deviasi *Depth hole* sebesar 546.62 meter yang berasal dari 764 lubang. atau rata-rata terjadi deviasi *Depth hole* pada tiap lubang yaitu sebesar 0.72 meter/Lubang.

2. Deviasi *explosive* antara *actual explosive* dengan *plan explosive*:

a. *Pattern* pada Blast Domain 5

Dari kedua *pattern* yang dianalisis yaitu 465D-282 dan 465D-283, menghasilkan deviasi *explosive* sejumlah 5632.10 kg.

b. *Pattern* pada Blast Domain 6

Dari satu *pattern* yang dianalisis yaitu 450D-300, menghasilkan deviasi *explosive* sejumlah 4961.83 kg.

c. *Pattern* pada Blast Domain 9

Dari kedelapan *pattern* yang dianalisis yaitu 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, menghasilkan deviasi *explosive* sejumlah 31,450.38 kg.

3. Deviasi *cost* antara *actual cost* dengan *plan cost*:

a. *Pattern* pada Blast Domain 5

Dari kedua *pattern* yang di analisis yaitu 465D-282 dan 465D-283, terdapat 64 lubang yang mengalami *over Depth hole*, yaitu sebesar 43.93 meter. Hal ini menyebabkan adanya penambahan biaya atau terjadi deviasi *cost* sejumlah US\$5,885.

b. *Pattern* pada Blast Domain 6

Dari satu *pattern* yang di analisis yaitu 450D-300, terdapat 60 lubang yang mengalami *over Depth hole*, yaitu sebesar 35.11 meter. Hal ini menyebabkan adanya penambahan biaya atau terjadi deviasi *cost* sejumlah US\$4,703.

c. *Pattern* pada Blast Domain 9

Dari kedelapan *pattern* yang di analisis 450D-285, 450D-286, 450D-294, 450D-297, 450D-306, 450D-311, 450D-313, dan 450D-315, terdapat 471 lubang yang mengalami *over Depth hole*, yaitu sebesar 343.61 meter. Hal ini menyebabkan adanya penambahan biaya atau terjadi deviasi *cost* sejumlah US\$27,446.

4. Dari penelitian dan analisis diatas kegiatan pengeboran (*Drilling*) menggunakan *Jigsaw Dispatch System* menunjukan bahwa terdapat lubang yang mengalami deviasi kedalaman (*Deviasi Depth hole*) pada *pattern production*, sehingga menyebabkan terjadinya deviasi penggunaan *explosive actual* dan menyebabkan terjadinya deviasi *cost*.
5. Dari pengamatan yang dilakukan penyebab terjadinya deviasi *Depth hole* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:
 - a. Operator.
 - b. Kekerasan material batuan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Pemerintah No.1 Tahun 2017 Tentang Perubahan ke-4 atas PP. NO 23 Tahun 2010*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- [2] Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*. Jakarta: Sekretariat Negara..
- [3] Wiratmoko, Heri. (2011). *Kajian Teknis Pengaruh Pengeboran Miring pada Peledakan Lapisan Tanah Penutup Terhadap Produktivitas Alat Muat Shovel Liebherr 9350 di Collar 2-3 PT. Sapta Indra Sejati Tutupan Kalimantan Selatan*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Pembangunan Nasional Yogyakarta.
- [4] Handayani, R. L., Husain, J. R., Budiman. (2015). Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan pada PT. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine Universitas Hasanuddin*. Vol. 3 No.1, Hal 2.
- [5] Konya, C. J. and Walter, E. J. (1991). *Surface Blast Design*. New Jersey, U.S.A : Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- [6] Ash, R.L. (1990). *Design of Blasting Round, Surface Mining*. B.A. Kennedy Editor, Society For Mining, Metallurgy, and Explotion, Inc. Page 565-584. London, U.S.A: University Microfilm.
- [7] Jimeno, C., Lopez, dkk. (1995). *Drilling and Blasting of Rock*. Rotterdam, Netherlands: Balkema Publisher.
- [8] Bhandari, S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operation.*, Netherlands: Balkema Publisher.
- [9] Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 555. K./26/M.PE/1995. Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Pertambangan. Jakarta: Sekretariat Negara.
- [10] _____, (2009). *Explosive and Cost Deviation*. Jakarta: Balai Diklat dan Penanganan Bahan Peledak.