

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| RINGKASAN .....  | iv      |
| <i>ABSTRACT</i> .....  | v       |
| KATA PENGANTAR .....   | vi      |
| DAFTAR ISI.....  | viii    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | x       |
| DAFTAR TABEL .....   | xiii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xiv     |
| BAB  |         |
| I PENDAHULUAN .....  | 1       |
| 1.1 Latar Belakang .....                                     | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                    | 2       |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                  | 2       |
| 1.4 Batasan Penelitian .....                                 | 2       |
| 1.5 Metodologi Penelitian.....                               | 3       |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....                                 | 4       |
| 1.7 Diagram Penelitian .....                                 | 5       |
| II TINJAUAN UMUM .....                                       | 6       |
| 2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah .....                       | 6       |
| 2.2 Iklim .....  | 8       |
| 2.3 Keadaan Geologi .....                                    | 8       |
| 2.4 Mineralisasi Daerah <i>Deep Mill Level Zone</i> .....    | 17      |
| 2.5 Cadangan Bijih PT. Freeport Indonesia.....               | 17      |
| 2.6 Metode Penambangan Tambang Bawah Tanah <i>DMLZ</i> ..... | 19      |
| III DASAR TEORI .....  | 27      |
| 3.1 Prinsip Pengeboran Rotary Perkusif .....                 | 27      |
| 3.2 Pola Pengeboran.....                                     | 29      |
| 3.3 Parameter Batuan Terhadap Proses Peledakan .....         | 32      |
| 3.4 Parameter Bahan Peledak .....                            | 35      |
| 3.5 Mekanisme Pecahnya Batuan .....                          | 39      |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 3.6  | Parameter Menentukan Rancangan Pembuatan <i>Drawbell</i> .....                           | 41 |
| 3.7  | Pola Peledakan ( <i>Blasting Patern</i> ) .....  | 41 |
| 3.8  | Dasar Rancangan Pada Kontrol Batuan Pecah .....  | 42 |
| 3.9  | Parameter Rancangan Pola Pengeboran dan Peledakan .....                                  | 43 |
| IV   | HASIL PERHITUNGAN DAN PENELITIAN .....   | 51 |
| 4.1  | Lokasi Pengambilan Data .....  | 51 |
| 4.2  | Karakteristik Batuan Pada Lokasi Penelitian .....  | 51 |
| 4.3  | Tahapan Kegiatan Pengeboran.....   | 53 |
| 4.4  | Kegiatan Pengeboran dan Peledakan .....  | 60 |
| 4.5  | Data Hasil Pengamatan .....  | 65 |
| V    | PEMBAHASAN .....   | 69 |
| 5.1  | Analisis Deviasi Pengeboran .....  | 69 |
| 5.2  | Pengaruh Deviasi Terhadap Rancangan Peledakan <i>Drawbell</i> ...                        | 75 |
| 5.3  | Pengaruh Deviasi Terhadap Hasil Peledakan .....  | 78 |
| 5.4  | Upaya Mengurangi Dampak Deviasi terhadap Keberhasilan<br>Peledakan <i>Drawbell</i> ..... | 82 |
| VI   | KESIMPULAN DAN SARAN .....   | 84 |
| 6.1. | Kesimpulan .....   | 84 |
| 6.2. | Saran .....  | 84 |
|      | DAFTAR PUSTAKA .....   | 86 |
|      | LAMPIRAN .....   | 88 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar |   | Halaman |
|--------|---|---------|
| 2.1    | Peta Lokasi PT. Freeport Indonesia ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ) .....                       | 7       |
| 2.2    | Kondisi Geografis PT. Freeport Indonesia ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ) .....                 | 9       |
| 2.3    | Statigrafi Daerah Penelitian ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ) .....                             | 11      |
| 2.4    | Sayatan Mendatar Pada Level 2590 Tambang DMLZ PT. FI ( <i>DMLZ Feasibility Study, 2012</i> ).....       | 12      |
| 2.5    | Sayatan Tegak Arah <i>North-West</i> Tambang DMLZ PT.FI ( <i>DMLZ Feasibility Study, 2012</i> ).....    | 14      |
| 2.6    | Penampang 3Dimensi Tambang PT. Freeport Indonesia . ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ).....       | 15      |
| 2.7    | Peta Zona Tambang PT. Freeport Indonesia ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ).....                  | 16      |
| 2.8    | Tambang Deep Mill Level Zone PT. FI ( <i>UG Geotech Dept. PT. FI, 2015</i> ).....                       | 17      |
| 2.9    | Penampang Isometrik Badan Bijih DMLZ .....  | 18      |
| 2.10   | Metode <i>Block Caving</i> (Butcher, 2000).....   | 19      |
| 2.11   | Level Utama <i>Block Caving</i> (PT. FI,2003).....  | 25      |
| 2.12   | Urutan Operasi Penambangan Bijih Tembaga di PT. Freeport Indonesia ( <i>UG Engineering, 2012</i> )..... | 26      |
| 3.1    | Arah Dorongan ( <i>Feeding</i> ) Mesin Bor dan Mekanisme Pergerakan Perkusif .....                      | 27      |
| 3.2    | Gerakan Rotasi Alat Bor dan Mekanisme <i>Flushing</i> .....   | 28      |
| 3.3    | Metode <i>Longhole Drilling</i> , Alat dan Kegunaan (Jimeno, 1995).....                                 | 32      |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 3.4  | Mekanisme Pecahan Batuan (Ash, 1974).....   | 40 |
| 3.5  | Kegiatan Operasi dengan Peledakan <i>Ring</i> (Brown, 1980)..   | 45 |
| 3.6  | Zona $R_d$ , $R_c$ , dan $R_{crush}$ (Hustrulid, 2013).....   | 47 |
| 3.7  | Pengaruh <i>Radial Crack</i> dengan Geometri Peledakan<br>(Ouchterlony,1997).....                               | 48 |
| 3.8  | <i>Radius Crack Propagation</i> (Ouchterlony,1997).....   | 48 |
| 4.1  | <i>Marking</i> pada Dinding <i>Drawbell</i> untuk Pengeboran<br>Lubang Ledak .....                              | 55 |
| 4.2  | Orientasi Mesin Bor Terhadap Posisi <i>Ring</i> yang Akan<br>Dibor.....   | 56 |
| 4.3  | Mempersiapkan dan Mengatur <i>Drilling Module</i> Mesin<br>Bor.....   | 57 |
| 4.4  | <i>Set up</i> Laser Alat Bor Terhadap Posisi <i>Marking Laser</i> dan<br>Posisi <i>Ring</i> .....               | 57 |
| 4.5  | <i>Lower Stinger</i> dan <i>Upper Stinger</i> .....   | 58 |
| 4.6  | Diagram Deviasi Pengeboran Setiap 1° dengan Panjang<br>25 m .....   | 59 |
| 4.7  | Rangkaian Material Habis Pakai ( <i>Consumable Drill</i> ) Alat<br>Bor .....                                    | 60 |
| 4.8  | Sketsa Penampang Melintang Hubungan <i>Drawbell</i><br>dengan <i>Drill Drift</i> .....                          | 61 |
| 4.9  | Sketsa Penampang Memanjang Rancangan Tipikal Pola<br>Pengeboran Kipas ( <i>Fan</i> ) pada <i>Drawbell</i> ..... | 62 |
| 4.10 | Skema Rangkaian pada Peledakan .....  | 63 |
| 4.11 | <i>Ikon Detonator</i> , <i>Harness Wire</i> , <i>Ikon Conector</i> .....  | 64 |
| 4.12 | <i>Pick Up Collar</i> .....   | 65 |
| 4.13 | Hasil <i>Pick Up Hole</i> pada Deswik CAD 2016.1.....   | 66 |
| 5.1  | Hubungan antara nilai RMR dengan Deviasi Pengeboran .   | 70 |
| 5.2  | Hubungan antara persen Deviasi dengan Kedalaman<br>Lubang bor.....  | 73 |
| 5.3  | Perbandingan lubang bor Aktual dengan Desain .....  | 74 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 5.4 | Tampak Atas Lubang Bor Deviasi .....                                 | 74 |
| 5.5 | Tampak Atas Rancangan Peledakan <i>Drawbell</i> .....                | 76 |
| 5.6 | Hubungan Antara Deviasi Pengeboran dengan Hasil Peledakan.....       | 78 |
| 5.7 | Desain Pola Pengaturan <i>Delay</i> Pada Peledakan <i>Drawbell</i> . | 83 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kadar ( <i>grade</i> ) Cadangan Bijih PT.FI ( <i>UG Mine Geology</i> Dept. PT. FI, 2012) ..... | 18      |
| 3.1 Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kinerja pengeboran (Pathak,2012).....                  | 30      |
| 3.2 Bobot Isi dan Ukuran Diameter Minimum Bahan Peledak ( <i>Orica Mining Service</i> ).....       | 37      |
| 4.1 Lokasi Penelitian Peledakan <i>Drawbell</i> .....  | 51      |
| 4.2 Sifat Mekanik Batuan .....   | 52      |
| 4.3 Kekerasan dan Kekuatan Batuan (Bieniawski,1989).....   | 52      |
| 4.4 Nilai RMR Pada Daerah Penelitian .....   | 53      |
| 4.5 Data Hasil Pengeboran Pada Daerah Penelitian .....   | 66      |
| 4.6 Nilai Deviasi Pada Daerah Penelitian .....   | 67      |
| 4.7 Data Persen Deviasi dengan Hasil Peledakan <i>Drawbell</i> ....                                | 68      |
| 5.1 Geometri dan Parameter Peledakan <i>Drawbell</i> Desain Awal..                                 | 75      |
| 5.2 Geometri dan Parameter Peledakan <i>Drawbell</i> Desain Baru ..                                | 76      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| LAMPIRAN |   | Halaman |
|----------|---|---------|
| A.       | PETA DAERAH PENELITIAN.....                           | 88      |
| B.       | TIPIKAL <i>DRAWBELL</i> .....                         | 89      |
| C.       | SPESIFIKASI ALAT BOR.....                             | 90      |
| D.       | SPESIFIKASI BAHAN PELEDAK .....                       | 95      |
| E.       | PERHITUNGAN <i>RADIUS CRACK</i> .....                 | 98      |
| F.       | PERHITUNGAN DESAIN PELEDAKAN<br><i>DRAWBELL</i> ..... | 100     |
| G.       | DATA HASIL PENGAMATAN .....                           | 102     |