

SKRIPSI

ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL  
IE, PANEL IF, PANEL IG, DAN PANEL IH AREA  
TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT  
INDONESIA KABUPATEN MIMIKA



CHARLES ANDRIANTO

03111002014

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

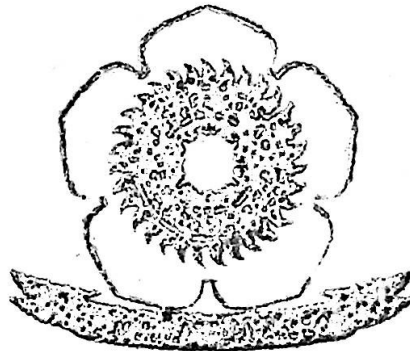


S  
622.107  
Cha  
a  
2016

29509 / 20089

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL  
1E, PANEL 1F, PANEL 1G, DAN PANEL 1H AREA  
TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT  
INDONESIA KABUPATEN MIMIKA**



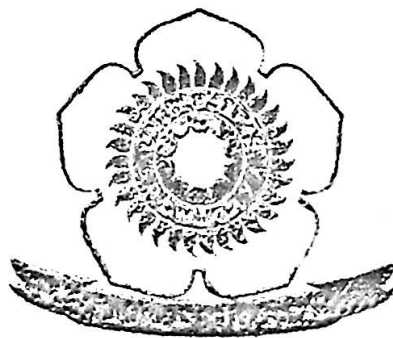
**CHARLES ANDRIANTO**  
**03111602014**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2016**

## **SKRIPSI**

# **ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G, DAN PANEL 1H AREA TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA**

**Disajikan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**OLEH :**

**CHARLES ANDRIANTO  
03111002014**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G DAN PANEL 1H AREA TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA

#### SKRIPSI


Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Pertambangan pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

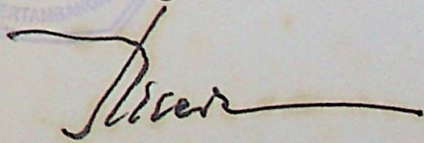
**CHARLES ANDRIANTO**  
**03111002014**

Inderalaya, April 2016  
Pembimbing I



  
**Dr. Ir. H. Syamsul Komar**  
**NIP. 195212101983031003**

Pembimbing II

  
**Ir. H. Fuad Rusydi Suwardi, MS**  
**NIP. 194608161978031001**



TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
Skripsi  
April 2016

Charles Andrianto

Analisis Kerusakan Drawpoint Pada Panel 1E, Panel 1F, Panel 1G, Dan Panel 1H  
Area Tambang Bawah Tanah DOZ PT Freeport Indonesia Kabupaten Mimika

xvii + 137 halaman, 58 gambar, 28 tabel, 19 lampiran

#### ABSTRAK

Level Produksi tambang bawah tanah *Deep Ore Zone* berada pada level 3126 mdpl. Level produksi merupakan level dimana terdapat panel dan *drawpoint*. Beberapa panel yang mengalami kerusakan signifikan yaitu Panel 1E, Panel 1F, Panel 1G, dan Panel 1H dengan frekuensi kerusakan *drawpoint* berada di area *middle hingga north*.

Parameter analisis yang berada dalam hipotesis yaitu keseragaman penarikan, *overbreak* pilar, kontrol geologi struktur dan kondisi *drawpoint*. Indikasi kerusakan diamati melalui data *clustering damage mapping*. Dalam menganalisis keseragaman penarikan digunakan metode *uniformity index*, *safety factor* pilar digunakan pendekatan *Wilson Pillar Analysis* dan kontrol geologi serta kondisi *drawpoint* dianalisis secara deskriptif.

Hasil analisis menunjukkan kerusakan bagian *drawpoint* didapatkan 232 kerusakan dan intensitas kerusakan berada pada bagian *rib IFD*, *right rib*, *bullnose* dan *left rib*. Terhadap faktor keseragaman penarikan menunjukkan dari 232 kerusakan, sejumlah 185 kerusakan (80%) diakibatkan oleh penarikan *muck* yang kurang seragam (*isolated dan semi uniform*) dan sebanyak 47 anomali kerusakan (20%) oleh penarikan seragam. Grafik hubungan tipe penarikan dan kelas kerusakan menunjukkan adanya hubungan yaitu semakin kurang seragamnya penarikan *muck*, kecenderungan untuk peningkatan kelas kerusakan semakin tinggi. Hal ini juga diperkuat melalui uji statistik chi-kuadrat yang memberikan kesimpulan hipotesis yaitu antara tipe penarikan dan kelas kerusakan berasosiasi. Pada kasus 20 % anomali kerusakan pada tipe *uniform*, setelah dilakukan analisis pada faktor lain yaitu kontrol geologi (sesar dan kontak litologi), kondisi *drawpoint*, dan *overbreak* ditemukan bahwa ketiga faktor tersebut ikut memicu kerusakan sebesar 17,87 % dan 2,13% kerusakan diindikasikan oleh faktor-faktor lain.

Kata kunci: kerusakan, *uniformity index*, *overbreak*, kondisi *drawpoint*, kontrol geologi.  
Kepustakaan: 1973-2014

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : CHARLES ANDRIANTO  
NIM : 03111002014  
Judul : ANALISA KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL 1E,  
PANEL 1F, PANEL 1G, DAN PANEL 1H AREA TAMBANG  
BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA  
KABUPATEN MIMIKA.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Inderalaya, April 2016**



**CHARLES ANDRIANTO  
NIM 03111002014**



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Charles Andrianto  
NIM : 03111002014  
Judul : ANALISA KERUSAKAN DRAWPOINT PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G, DAN PANEL 1H AREA TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA.

Menyatakan bahwa karya ilmiah berupa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing 1 dan pembimbing 2 bukan hasil penjiplakan/ *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam karya ilmiah (skripsi) ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Inderalaya, April 2016



[Charles Andrianto]

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat dirampungkan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya persembahkan skripsi ini untuk:

*Tuhan Yesus Kristus, Keajaiban dan pertolongan-Nya yang membuat saya dapat berdiri teguh. Segala kemuliaan bagi-Nya*

*Kedua Orang Tuaku yang amat tercinta, yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan doa dan tiada doa yang paling khusus selain doa yang terucap dari orang tua. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembaha bakti dan cinta ku untuk kebanggaan mama dan papa.*

*Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar, yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu dosen atas jasa-jasanya dan akan selalu terpatri di hati.*

*Saudara saya (Alm. Chandra Andrianto) dan Clara Andrianto yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan do'anya untuk keberhasilan ini, cinta kalian adalah memberikan kobaran semangat yang menggebu, terimakasih dan sayang ku untuk kalian.*

*Sahabat dan Teman Tersayang, tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua takkan mungkin aku sampai disini, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!*

"Orang yang pintar bukanlah orang yang merasa pintar, akan tetapi ia adalah orang yang merasa bodoh, dengan begitu ia tak akan pernah berhenti untuk terus belajar"

"Hal yang terpenting dalam hidup adalah bagaimana menjadi seekor sapi ungu diantara sapi putih lainnya"

~~~~~Charles Andrianto~~~~~



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul "*Analisis Kerusakan Drawpoint Pada Panel 1E, Panel 1F, Panel 1G dan Panel 1H Area Tambang Bawah Tanah Deep Ore Zone PT Freeport Indonesia Kabupaten Mimika*" ini dapat diselesaikan dengan baik, yang dilaksanakan pada tanggal 25 September 2015 sampai 25 Desember 2015.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Syamsul Komar selaku pembimbing pertama dan Ir. H. Fuad Rusydi Suwardi, MS. selaku pembimbing kedua, serta penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., dan Bochori, ST., MT., selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Segenap dosen dan staf karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Amran Mulyadi, ST. selaku pihak sponsor (DOZ Development dan Construction), Anwar Sjadat, ST. dan Alfian Kurniawan ST., selaku pembimbing lapangan di PT Freeport Indonesia dan segenap karyawan PT Freeport Indonesia

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini belumlah sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan serta dapat menunjang perkembangan ilmu pengetahuan, kemajuan serta kesejahteraan bagi masyarakat.

Indralaya, April 2016

Penulis

## RINGKASAN

ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G DAN PANEL 1H AREA TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, April 2016

Charles Andrianto, Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Syamsul Komar dan Ir. H. Fuad Rusydi Suwardi, M.S.

DAMAGE ANALYSIS AT DRAWPOINT IN PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G, AND PANEL 1H DOZ UNDERGROUND MINE AREA PT FREEPORT INDONESIA MIMIKA REGENCY

xvii + 137 halaman, 58 gambar, 28 tabel, 19 lampiran

### RINGKASAN

Level Produksi tambang bawah tanah *Deep Ore Zone* berada pada level 3126 Mdpl. Level produksi merupakan level dimana terdapat panel dan *drawpoint*. *Deep ore zone* memiliki kurang lebih 40 Panel dengan total 1347 *drawpoint* dimana jumlah *drawpoint* aktif sebanyak 708, sebanyak 592 *drawpoint* telah *permanent closed*, dan 47 buah dalam perencanaan (akhir September 2015). Beberapa panel yang mengalami kerusakan signifikan yaitu Panel 1E, Panel 1F, Panel 1G, dan Panel 1H dengan frekuensi kerusakan *drawpoint* berada di area *middle* hingga *north*.

Penelitian dilakukan dengan tujuan agar dapat diketahui bagian *drawpoint* yang memiliki banyak frekuensi rusak, besar kontribusi setiap faktor untuk memicu kerusakan pada *drawpoint*, dan menganalisis distribusi keseragaman penarikan. Metode analisis yang digunakan yaitu *back analysis* dengan periode waktu pengamatan dari tahun 2011 s/d 2015 kuartar ketiga. Parameter analisis yang berada dalam hipotesis yaitu keseragaman penarikan, *overbreak* pilar, kontrol geologi dan kondisi *drawpoint*. Indikasi kerusakan diamati melalui data *clustering damage mapping*. Dalam menganalisis keseragaman penarikan digunakan alat *uniformity index* (Susaeta, 2004), *safety factor* pilar digunakan pendekatan *Wilson Pillar Analysis* dan kontrol geologi serta kondisi *drawpoint* dianalisis secara deskriptif.

Dari hasil pengumpulan jumlah kerusakan bagian *drawpoint* didapatkan 232 kerusakan dan intensitas kerusakan berada pada bagian *rib IFD* (42 frekuensi), *right rib* (34 frekuensi), *bullnose* (33 frekuensi) dan *left rib* (26 frekuensi). Hasil analisis terhadap faktor keseragaman penarikan menunjukkan dari 232 kerusakan, sejumlah 185 kerusakan



(80%) diakibatkan oleh penarikan *muck* yang kurang seragam (*isolated dan semi uniform*) dan sebanyak 47 anomali kerusakan (20%) oleh penarikan seragam. Grafik hubungan tipe penarikan dan kelas kerusakan menunjukkan adanya hubungan antara tipe penarikan dan kelas kerusakan. Semakin kurang seragamnya penarikan *muck*, kecenderungan untuk peningkatan kelas kerusakan semakin tinggi. Hal ini juga diperkuat melalui uji statistik chi-kuadrat yang memberikan kesimpulan hipotesis yaitu antara tipe penarikan dan kelas kerusakan berasosiasi. Pada kasus 20 % anomali kerusakan pada tipe *uniform* setelah dilakukan analisis pada faktor lain yaitu kontrol geologi (sesar dan kontak litologi), kondisi *drawpoint*, dan *overbreak* ditemukan bahwa ketiga faktor tersebut ikut memicu kerusakan sebesar 17,87 % dan 2,13% disebabkan oleh faktor-faktor lain. Berdasarkan hasil penelitian ini, untuk meminimalisir kerusakan maka diperlukannya kontrol penarikan yang baik serta *reinforcement* pada bagian *left dan right rib, rib IFD dan bullnose* perlu menjadi perhatian. Indeks keseragaman (*uniformity index*) merupakan alat praktis yang dapat digunakan pada panel penelitian untuk menilai keseragaman penarikan. Percobaan dan penerapan indeks keseragaman dan observasi kerusakan lebih lanjut pada tambang baru *Grasberg Block Cave* dan *Deep Mile Level Zone* sangat diperlukan untuk mencegah kerusakan.

Kata kunci: *damage, uniformity index, overbreak, kondisi drawpoint, kontrol geologi*

## SUMMARY

DAMAGE ANALYSIS AT DRAWPOINT IN PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G AND PANEL 1H UNDERGROUND MINE DOZ AREA PT FREEPORT INDONESIA MIMIKA REGENCY

Scientific Paper in the form of skripsi, April 2016

Charles Andrianto, Supervised by Dr. Ir. H. Syamsul Komar and Ir. H. Fuad Rusydi Suwardi., M.S.

ANALISIS KERUSAKAN DRAWPOINT PADA PANEL 1E, PANEL 1F, PANEL 1G DAN PANEL 1H AREA TAMBANG BAWAH TANAH DOZ PT FREEPORT INDONESIA KABUPATEN MIMIKA

xvii + 137 pages, 58 figures, 28 tables, 19 attachments

### SUMMARY

Production level of DOZ Underground mine is on elevation 3126 metres. It is a level where panel and drawpoint are in. DOZ has more or less than 40 panels with 1347 drawpoints consist 798 active drawpoints, 592 permanent closed, and 47 in plan (end of September 2015). Several panels are damaged were observed. They are panel 1E, panel 1F, panel 1G and panel 1H with damage frequency of drawpoint in middle till north area.

This research was done in purpose to know which part of drawpoint mostly damaged, contribution of each factor to trigger the damage at drawpoint, and find out distribution of draw uniformity. Analysis used back analysis (historical case) with period of time from 2011 till third quarter in 2015. Hypotheses that triggered damage are draw uniformity, pillar overbreak, geology control, and drawpoint condition. Damages are indicated from clustering damage system data. In analysing draw uniformity tried uniformity index tool, for safety factor used Wilson pillar analysis, for geology control was analysed by descriptive analysis and drawpoint condition either.

Based on analyses, 232 damages were observed and intense damage are at rib IFD (42 frequencies), right rib (34 frequencies), bullnose (33 frequencies) and left rib (26 frequencies). Through analyses for each factor, found majority damage by nonuniform draw (80%) and graphic shows viceversa relation as drawing less uniform damage will grow. This conclusion was supported with statistic test (chi-square). It shows there was association between draw uniformity and damages. Anomaly on 20 % damage by uniform draw triggered by overbreak, drawpoint condition and geology control (17,87 %)

and others (2,13 %). To minimise damage needs good drawing control and more concern in reinforcement at left rib, right rib, rib IFD and bullnose. In short, uniformity index is a easy tool to assess draw uniformity in reasearched panel. More observations and applications for it especially in new mine such as Grasberg block cave and Deep mile level zone are needed to prevent damage.

Keyword: damage, uniformity index, overbreak, drawpoint conditon, geology control.



DAFTAR ISI

NO. DAFTAR: 160 539

TANGGAL: 26-5-2016

|                                                                 | <b>Halaman</b> |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| Halaman Pengesahan .....                                        | ii             |
| Abstrak .....                                                   | iii            |
| Halaman Persetujuan Publikasi.....                              | iv             |
| Halaman Pernyataan Integritas .....                             | v              |
| Kata Pengantar .....                                            | vi             |
| Ringkasan.....                                                  | vii            |
| Daftar Isi .....                                                | xi             |
| Daftar Gambar .....                                             | xiii           |
| Daftar Tabel .....                                              | xv             |
| Daftar Lampiran .....                                           | xvii           |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                                  | <b>1</b>       |
| 1.1. Latar Belakang .....                                       | 1              |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                      | 2              |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                      | 2              |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                                    | 3              |
| 1.5. Manfaat Penulisan .....                                    | 3              |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                             | <b>4</b>       |
| 2.1. Metode Penambangan <i>Block Caving</i> .....               | 4              |
| 2.2. Definisi dan Klasifikasi Kerusakan.....                    | 6              |
| 2.3. Faktor Penyebab Kerusakan .....                            | 10             |
| 2.3.1. Struktur Geologi dan Litologi <i>Deep Ore Zone</i> ..... | 10             |
| 2.3.2. <i>Overbreak</i> dan <i>Factor of Safety</i> .....       | 13             |
| 2.3.3. <i>Draw Control Effect</i> .....                         | 15             |
| 2.3.4. <i>Uniformity of Draw</i> .....                          | 21             |
| 2.4. Uji Statistik Chi-kuadrat .....                            | 25             |
| 2.4.1. Penggunaan Uji Chi-kuadrat.....                          | 26             |
| 2.4.2. Uji Kontingensi/Asosiasi .....                           | 27             |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>                            | <b>29</b>      |
| 3.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian .....              | 29             |
| 3.2. Waktu Penelitian .....                                     | 31             |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3. Metode Penelitian .....                                              | 31        |
| 3.3.1. Studi Literatur .....                                              | 31        |
| 3.3.2. Pengamatan dan Pengumpulan Data .....                              | 31        |
| 3.3.3. Pengolahan data .....                                              | 32        |
| 3.3.4. Analisis dan Pembahasan .....                                      | 33        |
| 3.3.5. Kesimpulan dan Saran .....                                         | 35        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                  | <b>37</b> |
| 4.1. Keadaan dan Analisa Umum Panel 1E, Panel 1F, Panel 1G dan 1H.....    | 37        |
| 4.2. Penilaian Keseragaman Penarikan Dengan <i>Uniformity Index</i> ..... | 42        |
| 4.3. Kerusakan Pada Bagian <i>Drawpoint</i> .....                         | 45        |
| 4.4. Menganalisis Besar Kontribusi Faktor Penyebab .....                  | 48        |
| 4.4.1. Faktor Keseragaman Penarikan .....                                 | 48        |
| 4.4.1.1. Pengujian Statistik .....                                        | 51        |
| 4.4.2. Faktor Kontrol Geologi .....                                       | 53        |
| 4.4.3. Faktor Kondisi <i>Drawpoint</i> .....                              | 57        |
| 4.4.4. <i>Overbreak</i> dan Penurunan <i>Safety Factor</i> .....          | 60        |
| 4.4.5. <i>Overall View</i> .....                                          | 66        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                    | <b>68</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                                                     | 68        |
| 5.2. Saran .....                                                          | 68        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                                     |           |
| <b>LAMPIRAN</b>                                                           |           |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1. Gambaran kegiatan penambangan pada tambang DOZ .....                                         | 4              |
| Gambar 2.2. Grafik <i>axial dan lateral confining stress</i> pada spesimen kuarsit ...                   | 7              |
| Gambar 2.3. Penempatan instrumen <i>monitoring</i> pada terowongan .....                                 | 8              |
| Gambar 2.4. Pembagian <i>drawpoint</i> dalam <i>Clustering Damage System</i> .....                       | 9              |
| Gambar 2.5. Proyeksi stereografis headrace channel untuk proyek tumut 3 ....                             | 11             |
| Gambar 2.6. Patahan pada <i>deep ore zone</i> .....                                                      | 12             |
| Gambar 2.7. Teori <i>confining core</i> .....                                                            | 13             |
| Gambar 2.8. Konsep <i>tributary area</i> .....                                                           | 14             |
| Gambar 2.9. <i>Draw rate versus displacement</i> dan kelas kerusakan .....                               | 16             |
| Gambar 2.10. Mekanisme pergerakan <i>muck</i> .....                                                      | 17             |
| Gambar 2.11. (a) Arah penambangan yang baik (b) arah penambangan yang tidak diharapkan.....              | 18             |
| Gambar 2.12. <i>Major collapse</i> tipe 1 .....                                                          | 19             |
| Gambar 2.13. <i>Major collapse</i> tipe 2 .....                                                          | 19             |
| Gambar 2.14. <i>Major collapse</i> tipe 3 .....                                                          | 20             |
| Gambar 2.15. <i>Hung-up</i> di dalam dan di atas <i>drawpoint</i> .....                                  | 21             |
| Gambar 2.16. Grafik representatif UI studi kasus sektor X.....                                           | 23             |
| Gambar 2.17. Skema area pengaruh <i>isolated drawpoint</i> .....                                         | 24             |
| Gambar 2.18. <i>Uniform draw, semi uniform draw, dan isolated draw</i> .....                             | 25             |
| Gambar 3.1. Lokasi kesampaian daerah .....                                                               | 30             |
| Gambar 3.2. Bagan alir penelitian .....                                                                  | 36             |
| Gambar 4.1. Lubang penarikan <i>ore (drawpoint)</i> .....                                                | 37             |
| Gambar 4.2. Panel sebagai jalur akses <i>loader</i> .....                                                | 38             |
| Gambar 4.3. Lokasi panel dan batas area penelitian.....                                                  | 39             |
| Gambar 4.4. Kegiatan <i>repair</i> pada <i>drawpoint</i> di sekitar <i>grizzly</i> panel 1G dan 1H ..... | 39             |
| Gambar 4.5. Jejak-jejak kerusakan pada panel penelitian .....                                            | 40             |
| Gambar 4.6. Retakan pada bagian rib-IFD pada panel 1E <i>drawpoint</i> 6W .....                          | 40             |



|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.7. Deformasi mengarah pada <i>squeezing</i> dan <i>expanding</i> pada <i>rib</i> ..... | 41  |
| Gambar 4.8. Contoh penentuan <i>drawpoint P</i> dan <i>vicinity</i> pada skenario 3 dan 4 ..... | 44  |
| Gambar 4.9. Contoh pencacahan frekuensi kerusakan .....                                         | 47  |
| Gambar 4.10. Distribusi kerusakan bagian <i>drawpoint</i> akibat tipe penarikan .....           | 48  |
| Gambar 4.11. Distribusi kelas kerusakan akibat tipe <i>draw</i> .....                           | 50  |
| Gambar 4.12. Kualitas keseragaman penarikan pada panel penelitian .....                         | 50  |
| Gambar 4.13. Hasil perhitungan chi-kuadrat dengan bantuan <i>software SPSS</i> ..               | 53  |
| Gambar 4.14. Kenampakan <i>boulder</i> pada <i>drawpoint</i> .....                              | 57  |
| Gambar 4.15. Kondisi <i>hung up</i> pada <i>drawpoint</i> .....                                 | 57  |
| Gambar 4.16. Kondisi <i>drawpoint stacked</i> dan <i>packed muck</i> .....                      | 58  |
| Gambar 4.17. <i>Layout minor apex</i> dan <i>major apex</i> pada sistem <i>block caving</i> ... | 60  |
| Gambar 4.18. Grafik distribusi penurunan SF terhadap <i>assumed displacement</i> ..             | 66  |
| Gambar 4.19. Pengaruh faktor sekunder pada kerusakan <i>drawpoint</i> .....                     | 67  |
| Gambar a.1. Peta lokasi area operasi PT Freeport Indonesia .....                                | 72  |
| Gambar b.1. Penampang melintang daerah kontrak karya wilayah PTFI .....                         | 73  |
| Gambar c.1. Spesifikasi LHD CAT Elphinstone R1700G .....                                        | 74  |
| Gambar d.1. Desain standar <i>drift</i> untuk tambang DOZ .....                                 | 75  |
| Gambar e.1. Grafik <i>drawrate</i> terhadap <i>damage score</i> P1E-07E .....                   | 76  |
| Gambar e.2. <i>Last inspection damage database</i> .....                                        | 77  |
| Gambar j.1. Standar kelas kerusakan <i>drawpoint</i> .....                                      | 111 |
| Gambar j.2. Contoh <i>form</i> inspeksi dan input skor kerusakan pada <i>spreadsheet</i> ..     | 112 |
| Gambar n.1. Litologi tambang DOZ .....                                                          | 124 |
| Gambar o.1. Kedalaman rata-rata panel 1E .....                                                  | 125 |
| Gambar o.2. Kedalaman rata-rata panel 1F .....                                                  | 126 |
| Gambar o.3. Kedalaman rata-rata panel 1G .....                                                  | 126 |
| Gambar o.4. Kedalaman rata-rata panel 1H .....                                                  | 127 |
| Gambar p.1. Hasil pendekatan untuk batuan diorite .....                                         | 128 |
| Gambar q.1. Proses digitasi awal .....                                                          | 129 |
| Gambar q.2. Hasil <i>offset</i> pilar desain dan aktual .....                                   | 130 |
| Gambar q.3. Jendela <i>properties</i> pilar aktual pada AutoCAD .....                           | 130 |
| Gambar q.4. Jendela <i>properties</i> pilar desain pada AutoCAD .....                           | 131 |
| Gambar q.5. Jendela <i>properties tributary area</i> pada AutoCAD .....                         | 133 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                      | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Tabel 2.1. Klasifikasi geoteknik dan distribusi batuan di <i>DOZ mine</i> .....                                      | 12             |
| Tabel 2.2. Indeks spesifik keseragaman .....                                                                         | 23             |
| Tabel 2.3. Matriks spesifik indeks keseragaman (UI) .....                                                            | 23             |
| Tabel 2.4. Contoh hasil perhitungan nilai chi-kuadrat dengan SPSS .....                                              | 28             |
| Tabel 3.1. Agenda Penelitian.....                                                                                    | 31             |
| Tabel 3.2. Tabel analisis dan pembahasan.....                                                                        | 33             |
| Tabel 4.1. Sampel <i>drawpoint</i> .....                                                                             | 43             |
| Tabel 4.2. Data produksi harian untuk skenario 3 (dalam <i>dry</i> metrik ton).....                                  | 44             |
| Tabel 4.3. Hasil penilaian indeks keseragaman scenario.....                                                          | 45             |
| Tabel 4.4. Hasil pencacahan frekuensi peningkatan kerusakan.....                                                     | 47             |
| Tabel 4.5. Frekuensi <i>displacement increasing</i> untuk setiap tipe <i>draw</i> .....                              | 48             |
| Tabel 4.6. Hasil pengelompokan kembali terhadap kelas kerusakan .....                                                | 49             |
| Tabel 4.7. <i>Crosstab</i> 2x3 hasil transformasi (pengelompokan baru).....                                          | 51             |
| Tabel 4.8. Hasil perhitungan chi-kuadrat sampel dengan <i>Ms. Excel</i> .....                                        | 52             |
| Tabel 4.9. Deskripsi zona sesar pada panel sampel.....                                                               | 54             |
| Tabel 4.10. Kemunculan sesar dan kontak litologi pada kasus 20 % <i>uniform</i> ...                                  | 56             |
| Tabel 4.11. Kondisi <i>drawpoint</i> pada kasus 20 % <i>uniform</i> .....                                            | 59             |
| Tabel 4.12. <i>Input</i> parameter pada analisis kekuatan pilar.....                                                 | 61             |
| Tabel 4.13. Hasil perhitungan nilai <i>safety factor</i> pilar desain dan actual .....                               | 63             |
| Tabel 4.14. Distribusi frekuensi penurunan SF pilar sampel.....                                                      | 65             |
| Tabel 4.15. Penurunan <i>safety factor</i> pada kasus 20 % <i>uniform</i> 64                                         |                |
| Tabel F.1. Daftar skenario waktu.....                                                                                | 78             |
| Tabel I.1. Hasil kompilasi perhitungan dan penilaian UI .....                                                        | 108            |
| Tabel K.1. Hasil kompilasi <i>draw type</i> dan <i>clustering damage system previous</i><br>dan <i>current</i> ..... | 113            |
| Tabel L.1. Nilai chi-kuadrat table.....                                                                              | 119            |
| Tabel M.1. Hasil perhitungan peningkatan <i>displacement</i> 75 skenario .....                                       | 120            |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel Q.1. Rekapitulasi nilai <i>area confined, unconfined perimeter</i> dan <i>tributary area</i> ..... | 132 |
| Tabel S.1. Kompilasi pengaruh faktor pada kasus 20% <i>uniform</i> .....                                 | 137 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran A. Peta area operasi PT. Freeport Indonesia .....                                                                                 | 72  |
| Lampiran B. Penampang melintang daerah operasi wilayah PT Freeport<br>Indonesia.....                                                       | 73  |
| Lampiran C. Spesifikasi <i>Load Haul Dump (LHD)</i> .....                                                                                  | 74  |
| Lampiran D. Standar lubang bukaan ( <i>drift</i> ) pada tambang DOZ .....                                                                  | 75  |
| Lampiran E. Penelusuran dan penciptaan skenario waktu dengan <i>uniformity index</i> .....                                                 | 76  |
| Lampiran F. Daftar skenario waktu analisis keseragaman penarikan .....                                                                     | 78  |
| Lampiran G. Contoh perhitungan <i>uniformity index</i> pada skenario 3 .....                                                               | 80  |
| Lampiran H. Data tonase aktual untuk perhitungan <i>uniformity index</i><br>berdasarkan waktu skenario (dalam <i>dry</i> metrik ton) ..... | 82  |
| Lampiran I. Hasil penilaian indeks keseragaman pada tiap skenario .....                                                                    | 108 |
| Lampiran J. Standar kelas kerusakan <i>drawpoint</i> tambang DOZ .....                                                                     | 111 |
| Lampiran K. Kompilasi <i>final judge draw type</i> terhadap <i>clustering damage system previous dan current</i> .....                     | 113 |
| Lampiran L. Nilai chi-kuadrat tabel .....                                                                                                  | 119 |
| Lampiran M. Hasil perhitungan peningkatan <i>displacement</i> pada 75 skenario<br>batuan diorite .....                                     | 120 |
| Lampiran N. Peta geologi tambang <i>Deep Ore Zone</i> .....                                                                                | 124 |
| Lampiran O. <i>Depth section panel 1E, panel 1F, panel 1G, panel 1H from surface</i> .....                                                 | 125 |
| Lampiran P. Pendekatan nilai kuat tekan massa batuan dan <i>friction angle</i><br>batuan diorite dengan <i>software RocLab v.1.0</i> ..... | 128 |
| Lampiran Q. Langkah-langkah menghitung <i>area confined, unconfined perimeter dan tributary area</i> .....                                 | 129 |
| Lampiran R. Perhitungan <i>safety factor</i> .....                                                                                         | 134 |
| Lampiran S. Kompilasi seluruh faktor pada kasus 20% <i>uniform</i> .....                                                                   | 137 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT Freeport Indonesia menggunakan metode penambangan *block caving* pada tambang bawah tanah *deep ore zone* (DOZ). Metode *block caving* yaitu suatu metode penambangan bawah tanah dimana badan bijihnya (*ore body*) diambil dengan cara pemotongan dari bawah (*undercutting*) dengan pemboran dan peledakan, kemudian atas pengaruh gaya gravitasi, timbulnya *stress*, kekuatan dari massa batuan dan kekuatan dari bidang ketidakterusan (*discontinuity*) pada massa batuan itu, menyebabkan blok batuan tersebut ambruk. Metode penambangan *block caving* memiliki tingkat produksi dan *recovery* yang tinggi serta biaya produksi yang rendah (Brown, 2003). Hal ini dikarenakan metode produksi yang memanfaatkan gravitasi bumi untuk ambrukan badan bijih dan tidak memerlukan banyak *support* serta peledakan *ore*.

Metoda *Block Caving* di *Deep Ore Zone* diawali dengan pembuatan terowongan-terowongan utama pada level-level utama yaitu level *undercut* (3146 / L), level *extraction* (3126 / L), level *truck haulage* (3076 / L), level *exhaust / gallery* (3100 / L), level *conveyor* (3016 L). Level *undercut* yaitu level ambrukan dengan *undercutting* sebagai hal utama, yaitu pemboran dan peledakan pada daerah *drill drift* dengan pola *fan drilling* dan diledakan sehingga terbentuk *cave*. Level produksi merupakan lubang bukaan yang berada tepat di bawah level *undercut*, yang berfungsi sebagai tempat penarikan bijih hasil ambrukan (*broken ore*). Level *truck haulage* yaitu level pengangkutan *ore* dari *loading point* untuk dibawa ke *crusher*. Level *Exhaust* merupakan level yang terletak antara level pengangkutan dan level produksi dimana berfungsi untuk mengalirkan udara bersih ke level lainnya. Level *Conveyor* merupakan level terbawah pada sistem *block caving* DOZ yang merupakan area penempatan *belt conveyor* guna mengalirkan *broken ore* yang berasal dari *level extraction*

*Level extraction* terdapat panel dan *drawpoint*. *Drawpoint* yaitu lubang-lubang penarikan bijih yang menyerong ke kiri dan ke kanan pada setiap *panel*

untuk tempat *loading broken ore* dari *level undercut* dengan menggunakan alat LHD (*Load Haul Dump*). Panel yaitu lubang bukaan sebagai jalan angkut *broken ore* dari lubang bukaan penarikan bijih (*drawpoint*) menuju lokasi penumpahan *broken ore* (*Grizzly Area*) yang dilengkapi dengan *rock breaker*.

Dalam pengamatan lapangan terdapat kerusakan pada area panel 1E, panel 1F, panel 1G, dan panel 1H DOZ terutama pada *drawpoint* cenderung terjadi pada area *middle* hingga *north*, sehingga menurunkan tingkat produksi akibat waktu yang terbuang dalam perbaikan pada *drawpoint*. Berdasarkan masalah di atas, diperlukan suatu analisa kerusakan pada area panel tersebut. Dalam menganalisis masalah tersebut faktor pengaruh yang dianalisis yaitu *draw uniformity* (keseragaman penarikan), *overbreak*, kondisi *drawpoint*, dan kontrol geologi. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat diketahui faktor dominan pemicu kerusakan dan besar pengaruh masing-masing faktor terhadap kerusakan. Sehingga ke depan dapat dilakukan evaluasi dan pengontrolan pada faktor dominan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi pada *drawpoint* di panel-panel lainnya saat proses produksi berlangsung dan yang akan datang.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagian *drawpoint* apa yang mengalami jumlah kerusakan yang signifikan sepanjang tahun 2011 hingga 2015 kuartar 3?
2. Apakah *uniformity index* dapat digunakan sebagai alat praktis untuk menilai keseragaman penarikan pada panel penelitian ?
3. Berapa besar kontribusi keseragaman penarikan muck, faktor kontrol geologi, kondisi *drawpoint*, *overbreak* terhadap kerusakan?

## 1.3. Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Waktu analisis dari tahun 2011 hingga tahun 2015 kuartar 3 dan area penelitian berada pada panel 1E, panel 1F, panel 1G dan panel 1H *middle* hingga *north* area DOZ *Mine level Extraction*.



2. Data tipe dan kualitas massa batuan serta struktur geologi pada panel 1E, panel 1F, panel 1G dan panel 1H diperoleh dari tim geologi DOZ.
3. Data histori tonase aktual pada *drawpoint* di panel 1E, panel 1F, panel 1G, panel 1H dari tahun 2011 hingga 2015 kuartal 3.
4. Faktor penyebab yang dianalisis dibatasi pada keseragaman penarikan, kontrol geologi, kondisi *drawpoint*, dan *overbreak* pada pilar minor.
5. Litologi yang diamati hanya pada litologi diorite.
6. Pendekatan indikator kerusakan melalui sampel *drawpoint* dan *clustering damage mapping system*.

#### 1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini:

1. Mengetahui bagian *drawpoint* yang cenderung mengalami kerusakan.
2. Menganalisis keseragaman penarikan *muck* pada panel penelitian.
3. Mengetahui besar pengaruh keseragaman penarikan *muck*, *overbreak* pada pilar minor, kondisi *drawpoint* dan kontrol geologi terhadap frekuensi kerusakan.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian sebagai berikut :

##### a. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan dan wawasan kepada semua mahasiswa yang membaca serta mampu menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerusakan *drawpoint* pada tambang bawah tanah DOZ.

##### b. Manfaat Praktis

Penulis mengharapkan melalui penelitian ini dapat memberikan *input* bagi perusahaan dengan mengetahui besar kontribusi tiap faktor-faktor penyebab kerusakan *drawpoint* pada panel 1E, panel 1F, panel 1G, dan panel 1H, serta memperoleh alat praktis dalam menilai keseragaman penarikan *muck*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostou, G. (2006). Tunnel Stability and Deformation in Water Bearing Ground. *ISRM Symposium on Multiphysics coupling and long term behaviour in rock mechanics, Liege, Belgium* (May 9-12, 2006)
- BESRAL FKM UI. (2010). *Pengolahan dan Analysis Data Menggunakan SPSS Software-1*. Departemen Biostatistika-Fakultas Kesehatan Masyarakat: Universitas Indonesia. Hal: 65-70
- Brady, B.H dan Brown E.T. (2005). *Rock Mechanics for Underground Mining*. Third edition, pg. 543-555. USA: Springer Science and Business media inc.
- Brown, E.T. (2003). *The International Caving Study I 1997-2000 : Block Caving Geomechanics*. Copyright 2003, Australia: Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre and University of Queensland:
- E.W, Ronald dan H.M, Raymond. (1986). *Ilmu Peluang Dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Terbitan kedua. Bandung: Institut Teknologi Bandung, hal: 553; tabel 6.
- Febrian, I. et. al (2004). Application of Convergence Monitoring to Manage Induced Stress by Mining Activities at PT Freeport Indonesia Deep Ore Zone Mine, *MassMin, Chile:Santiago*.
- Fritz, P. (1981). Numerische Erfassung rheologischer Probleme in der Felsmechanik, Mitteilung Nr. 47, *Inst. Für Strassen- Eisenbahn- und Felsbau an der ETH Zürich, (in German)*.
- Hallbauer et. al (1973). Some observations concerning the microscopic and mechanical behaviour of quartzite specimens in stiff, triaxial compression tests. *Int. J. Rock Mech.,10,713-26*.
- Jaeger, J.C and Zimmerman R.W. (2007). *Fundamental of Rock Mechanics: Fourth Edition*. United Kingdom: Blackwell Publishing, pg 2-3
- Kovari, K. (1998). Tunneling in Squeezing Rock, *Tunnel, Vol. 5, 12-31*
- Landau S. dan Everit B.S. (2004). *A Handbook of Statistical Analyses using SPSS*. United States of America: Chapman and Hall/CRC.
- Laubscher, D.H. (1994). Cave Mining-The State of Art. *Int. Journal South African institute of mining and metallurgy, vol 94. October 1994, pg: 284-287*

- Laubscher, D.H. (2000). *Block Caving Manual*. Brisbane: Prepared for International Caving Study JKMRC and Itasca Consulting Group, Inc.
- Mahler, A dan Sabirin, N. (2009). *From Grasberg to Amamapare*. PT Freeport Indonesia, Jakarta: Aksara Buana. Hal 144-145
- Nugraha, S. et.al (2012). Improving Damage Mapping System for DOZ Block Cave Mine. *Prosiding TPT XXI PERHAPI*. Hal;77-86
- Rachmad, L. (2011). *Pillar Analyses-Presentation*. Mining and Geotechnical Consultant: Internal presentation PT Freeport Indonesia.
- Rachmad, L dan Widijanto, E. (2002). Application of Convergence Monitoring at PT FREEPORT Indonesia Deep Ore Zone Mine, *5<sup>th</sup> North American Rock Mechanics Symposium and 17<sup>th</sup> Tunneling Association of Canada Conference, Sudbudy Canada*.
- Saptawati. (2010). *Dasar Pemilihan Uji Statistik*.
- Singh, P dan Xavier, P. (2005). Causes, Impact and Control of Overbreak in Underground Excavation. *Tunneling and Underground Space Technology Journal*, pg. 63-71. (<http://www.researchgate.net/publication/223175923>)
- Sudjana. (2002). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito, hal: 278-287
- Sunyoto, W. dan Ginting, A. (2014) *Standard Operating Procedure (Sop) Underground Geotech& Hydrology Department (SOP-GS-GHU-018-140505)*. Issue Damage Mapping.
- Susaeta, A. (2004). Theory of Gravity Flow-Part 2. *MassMin Proceeding chapter 5, 22-25 August 2004, Santiago, Chile*. Pg:173-174; 177
- Susaeta, A. (2004). Theory of Gravity Flow-Part 1. *MassMin Proceeding chapter 5, 22-25 August 2004, Santiago, chile*. Pg; 167-169; 171.
- Widijanto, E et.al (2012). Optimizing Draw Control Practices to Reduce Damage at The Production Level of Block Cave Mine PT Freeport Indonesia. *10<sup>th</sup> International Symposium on Earth Science and Technology, Bandung: Indonesia*.
- Wilson, A.H. (1972). Research Into Determination of Pillar Size, part 1: A Hypothesis Concerning Pillar Stability. Volume 131, *Incorporating the transaction of the institution of mining engineers*, pg 409-416.
- Wilson, A.H. (1977). The Effect of Yield Zones on the control of Ground. *Proceeding. 6<sup>th</sup> int. Strata control conference, Banff Paper 3. Ottawa: can center mining Energy Tech*.