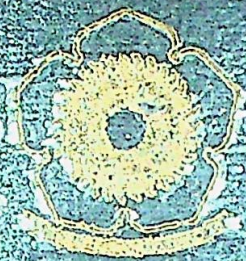


ANALISA KERUSAKAN PILAR PADA LINGKUP HESTRA
TAMBAK BAWAH TANAH DEEP-ONE ZONE (DOZ)
PT. FREEDPORT INDONESIA, PAPUA



SKRIPSI UTAMA

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

Helman Alvin Wihara Sembiring
(03461002016)

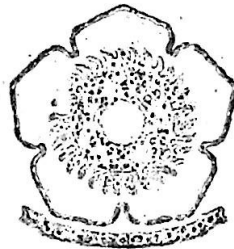
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

2012

23984/24534

**ANALISA KERUSAKAN PILAR PADA LEVEL EKSTRAKSI
TAMBANG BAWAH TANAH DEEP ORE ZONE (DOZ)
PT. FREEPORT INDONESIA, PAPUA**

S
622.3307
Sih
a
2012
G. 121807



SKRIPSI UTAMA

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh

**Halasan Alam Wibawa Sihombing
(03061002016)**

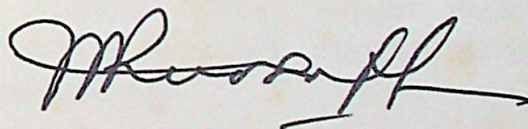
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK**

2012

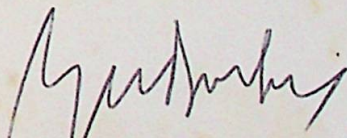
**ANALISA KERUSAKAN PILAR PADA LEVEL EKSTRAKSI
TAMBANG BAWAH TANAH DEEP ORE ZONE (DOZ)
PT. FREEPORT INDONESIA, PAPUA**

SKRIPSI UTAMA

Disetujui untuk Jurusan
Teknik Pertambangan
Oleh Dosen Pembimbing :



Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007



Budhi Kuswan Susilo, ST., MT.
NIP. 197111101999031005

"Kecaplah dan lihatlah, betapa baiknya TUHAN itu!
Berbahagialah orang yang berlindung pada-Nya!"
(Mazmur 34:9)

Skripsi ini ku persembahkan kepada :

Kedua orang tuaku, O. Sihombing dan L. Aritonang yang selalu memberikan yang terbaik bagiku serta kedua kakakku (Mak Kevin dan Mak Jimmy), kedua abangku (Lisbon dan Poltak), adikku Rokal dan kedua laeku (Lae Tupang dan Lae Sianipar). Semangatlah dalam kerja keras kalian.

Teman-teman satu jurusan di Teknik Pertambangan Unsri angkatan 2006 : Ronaldo, David, Andrew, Ronald, Alfian, Antony, Joseph, Martin, Defri, Abe, Misnan, Gobmar, Rogate, Jon, Edwin, Erik, Rianto, Buha, dan lain-lain.

Teman-teman di Beautiful of Lemonggrass : Ronaldo, Andrew, Ojak, Ardy, Markus, David, Ricky, Desrina, Candra, Kristian, Firman, Andy, Nova, Cynthia, Lestari, Ester, Elvina, Nadia, Nelvia, Melda, Ida, Jenny. Kalian semua sudah membuat warna-warna dalam kehidupanku. Sampai jumpa di dunia kerja, lain waktu, dan lain kesempatan.

ABSTRAK

Analisa Kerusakan Pilar Pada Level Ekstraksi Tambang Bawah Tanah *Deep Ore Zone (DOZ)* PT. Freeport Indonesia, Papua

(Halasan Alam Wibawa Sihombing, 2012, halaman)

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Freeport Indonesia di daerah DOZ adalah metode ambrukan (*block caving method*). Dalam menjamin keberlangsungan produksi dan keberhasilan penambangan bijih emas dan tembaga diperlukan adanya level ekstraksi, yang mana pada level ini terdapat banyak pilar yang rusak. Untuk itu perlu dilakukan analisis mengenai kerusakan pilar. Dalam bahasan ini dilakukan pengamatan pada bagian dinding pilar batuan endoskarn dan diorit yang sudah mengalami perkuatan *wire mesh*, paku batuan (*rock bolt*), dan beton tembak (*shotcrete*). Hasil perhitungan Wilson untuk mendapatkan *Safety Factor* yang dibandingkan dengan kondisi keadaan pilar di lapangan merupakan salah satu metode untuk mengetahui tingkat kestabilan pada pilar. Kerusakan yang terjadi di lapangan diklasifikasikan berdasarkan kelas-kelas yaitu, kelas 0, kelas 1, kelas 2, kelas 3, kelas 4, kelas 5. Kerusakan intens pada batuan endoskarn ditunjukkan dengan lengkapnya kerusakan kelas 0 sampai 5. Sebaliknya pada batuan diorit tidak berkembang sampai kelas 4 dan 5.

Penyebab terjadinya kerusakan pilar adalah karena adanya pembebanan pada pilar. Pembebanan ini yang disebut tegangan vertikal. Masing-masing batuan (endoskarn dan diorit) memiliki nilai ϕ atau sudut geser massa batuan yang berbeda. Dimana nilai sudut geser massa batuan endoskarn sebesar $47,2^\circ$ lebih kecil daripada sudut geser massa batuan diorit sebesar $50,2^\circ$. Pada kasus ini batuan endoskarn berasal dari batuan sedimen yang merupakan batuan utama pada cadangan DOZ telah mengalami alterasi hidrotermal. Sedangkan batuan diorit bukan batuan ubahan dengan mineral relatif stabil.

Pada pilar batuan endoskarn memiliki luas pilar rata-rata sebesar $280,17 \text{ m}^2$, persentase *overbreak* rata-rata sebesar 11,75 %. Sedangkan pada pilar batuan diorit memiliki luas pilar rata-rata sebesar $301,39 \text{ m}^2$ dan persentase *overbreak* rata-rata sebesar 12,75 %. Dari nilai rata-rata SF 2,59 untuk endoskarn masih terdapat kerusakan kelas 3, 4, dan 5 maka diperlukan pengurangan *overbreak* dan pengoptimalan nilai SF untuk mengurangi kerusakan. Sedangkan untuk pilar batuan diorit nilai SF rata-ratanya 3,16 dengan kerusakan didominasi kelas 1 dan 2, sedangkan kelas 3 persentasenya lebih sedikit dibanding kelas 3 pada pilar batuan diorit. Dari hasil perhitungan *room-pilar* maka untuk pilar batuan endoskarn sebaiknya diperluas hingga sebesar $483,10 \text{ m}^2$, dengan ukuran $21,97 \times 21,97 \text{ m}$ dan tidak mengubah tinggi pilar. Sehingga hasil kalkulasi nilai SF pilar batuan endoskarn sebesar 3,16.

Kata kunci : kerusakan pilar, *safety factor*, *wilson pilar*, *room-pilar*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih dan anugrahNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul ” *Analisa Kerusakan Pilar Pada Level Ekstrasi Tambang Bawah Tanah Deep Ore Zone PT. Freeport Indonesia Papua*” selama tanggal 19 January 2011 sampai tanggal 19 April 2011. Laporan ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatra Selatan.

Selama melakukan penelitian ini penulis banyak mendapatkan pengetahuan, wawasan dan masukan berguna dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA selaku Pembimbing Pertama dan Bapak Budhi Kuswan Susilo, ST., MT selaku Pembimbing Kedua. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya;
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya;
3. Hj. Rr. Harminuke Eko, ST, MT sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya;
4. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya;

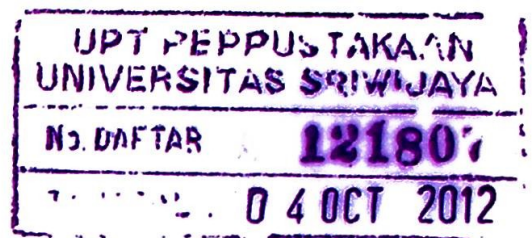
5. Ibu Herlina Sitompul, dan seluruh staff di QMS Department Scholarship yang telah memberikan saya kesempatan untuk melaksanakan tugas akhir di PT. Freeport Indonesia;
6. Bapak Eman Widijanto, *General Superintendent* di *Underground Geotechnical and Hydrology Department* PT. Freeport Indonesia;
7. Bang Jogi Samosir sebagai pembimbing lapangan;
8. Para insinyur dan staff di *Underground Geotechnical and Hydrology* PT. FI atas bantuan yang diberikan;
9. Teman-teman seperjuangan *Internship* yang telah banyak meninggalkan kenangan di Barak X;
10. Dan semua yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuannya selama ini.

Penulis sangat menyadari masih banyak sekali kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan dari pembaca demi perbaikan laporan ini. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat berguna bagi berbagai pihak.

Inderalaya,

2012

Penulis,



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB	
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-2
1.3. Tujuan penelitian.....	I-2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sejarah Singkat PT. Freeport Indonesia.....	II-1
2.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	II-2
2.3. Iklim.....	II-4
2.4. Keadaan Geologi.....	II-5
2.5. Cadangan Bijih DOZ.....	II-9
2.6. Metode Penambangan	II-10
III. DASAR TEORI	
3.1 Aplikasi Metode <i>Block Caving</i> di DOZ PTFI.....	III-1
3.2 Metode <i>Undercutting</i>	III-3
3.3 Kerusakan Lubang Bukaan.....	III-5
3.4 Faktor Pendukung Kerusakan Pilar.....	III-6
3.5 Distribusi Tegangan Pada Saat Penggalian.....	III-7
3.6 <i>Software RocData</i>	III-8
3.7 Teori Perhitungan Wilson Pilar.....	III-12
3.8 Teori <i>Room Pilar</i>	III-15

3.9 Batuan Endoskarn dan Batuan Diorit.....	III-17
3.10 Massa Batuan.....	III-18
3.11 Hukum Kekandasan Batuan.....	III-18
3.12 Tekanan Litostatik.....	III-19

IV. METODOLOGI PENELITIAN

1. Studi Literatur.....	IV-1
2. Pengambilan Data.....	IV-1
3. Pengolahan Data.....	IV-2
4. Interpretasi Data.....	IV-2

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengamatan.....	V-1
5.1.1 Jumlah Kerusakan Masing-Masing Kelas Pada Pilar Tiap Batuan.....	V-3
5.1.2 Penghitungan <i>Safety Factor</i> (SF)	V-6
5.1.3 <i>Overbreak</i> Pilar.....	V-12
5.2 Pembahasan	V-13
5.2.1 Perbandingan Kerusakan Pilar Pada Batuan Diorit dan Endoskarn.....	V-13
5.2.2 Analisis Penyebab Kerusakan Pilar.....	V-16

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Kerusakan Kelas 0, Kelas 1, Kelas 2, Kelas 3, Kelas 4, Kelas 5.....	I-2
2.1 Daerah Kontrak Karya PT. Freeport Indonesia.....	II-3
2.2 Peta Geologi Deep Ore Zone (DOZ).....	II-9
2.3 Gambaran Umum Operasi Penambangan	II-11
3.1 <i>Section</i> Kegiatan <i>Undercutting</i>	III-2
3.2 Pilar, <i>Drawpoint</i> , dan <i>Drawbell</i>	III-2
3.3 <i>Post Undercutting</i>	III-4
3.4 <i>Pre Undercutting</i>	III-4
3.5 <i>Advanced Undercutting</i>	III-5
3.6 Distribusi Tegangan di Sekitar Terowongan.....	III-8
3.7 <i>Geology Strength Index</i>	III-11
3.8 Penentuan Nilai Φ	III-11
3.9 Penampang Pilar Tampak Samping.....	III-13
3.10 Penampang Pilar Tampak Atas.....	III-13
3.11 <i>Room and Pilar</i>	III-16
3.12 <i>Pillar Stress</i> Dan <i>Pillar Strength</i>	III-16
3.13 Prinsip Tegangan.....	III-19
3.14 Tekanan Litostatik.....	III-20
4.1 Metodologi Penelitian.....	IV-3
5.1 Bagian Pengamatan Kerusakan Pilar	V-2
5.2 Grafik Kelas Kerusakan Pilar Batuan Endoskarn (%).....	V-4

5.3 Grafik Kelas Kerusakan Pilar Batuan Diorit (%).....	V-5
5.4 Penampang Pilar Rancangan	V-12
5.5 Grafik Perbandingan Persentase Kelas Kerusakan Pilar Batuan	
Endoskarn Dan Pilar Batuan Diorit.....	V-15
a.1 Level Ekstraksi.....	A-1
b.1 Peta Geologi Deep Ore Zone (DOZ).....	B-1
c.1 Dinding Pilar Dengan Perkuatan <i>Wire Mesh</i> , Paku Batuan	
(<i>Rock Bolt</i>), Dan Beton Tembak (<i>Shotcrete</i>).....	C-1
c.2 Dinding Dengan Perkuatan <i>Steel Set</i> Dengan <i>Concrete</i>	C-2
e.1 Peta Pilar Aktual.....	E-1
c.2 Hasil Offset Penampang Pilar Bagian <i>Confine Dan Unconfine</i>	F-2
g.1 Penentuan Nilai <i>Phi</i> Menggunakan <i>Software Rocdata</i>	G-2

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Kondisi Cuaca Rata-Rata Tahunan.....	II-4
II.2 Grade Dan Jumlah Cadangan Bijih Di PTFI.....	II-10
III.1 Parameter Litologi Pilar.....	III-12
V.1 Jumlah Kelas Kerusakan Pilar Batuan Endoskarn.....	V-4
V.2 Jumlah Kelas Kerusakan Pilar Batuan Diorit.....	V-5
V.3 Perhitungan Nilai SF(Endoskarn).....	V-7
V.4 Perhitungan Nilai SF (Diorit).....	V-9
V.5 Nilai-nilai SF Pilar Batuan Endoskarn dan Diorit.....	V-10
V.6 Perhitungan Ukuran Luas Pilar (Rancangan).....	V-11
D.1 Kelas Kerusakan Pilar Periode November 2009	D-1
D.2 Kelas Kerusakan Pilar Periode Maret 2010.....	D-10
D.3 Kelas Kerusakan Pilar Periode Sept 2010.....	D-19
D.4 Kelas Kerusakan Pilar Periode Des 2010.....	D-28
D.5 Kelas Kerusakan Pilar Periode Maret 2011	D-37
F.1 Perhitungan σ_v (Tegangan Vertikal Maksimum) Dan Y-Hat	F-1
F.2 Perhitungan Safety Factor.....	F-5
F.3 Overbreak Pilar Endoskarn.....	F-9
F.4 Overbreak Pilar Diorit.....	F-12
G.1 Tabel Parameter Litologi Pilar.....	G-1

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Level Ekstraksi.....	A-1
B. Peta Geologi <i>Deep Ore Zone</i> (DOZ).....	B-1
C. Dinding Pilar Dengan Perkuatan <i>Wire Mesh, Rock Bolt</i> (Paku Batuan), Beton Tembak (<i>Shotcrete</i>); Dan Dinding Dengan Perkuatan <i>Steel Set</i> Dengan <i>Concrete</i>	C-1
D. Kelas Kerusakan Pilar	D-1
E. Peta Pilar Aktual Beserta Menentukan Bagian <i>Confine Dan Unconfine</i> Dari Pilar.....	E-1
F. Perhitungan σ_v , γ dan <i>Safety Factor</i> , dan <i>Overbreak</i>	F-1
G. Langkah-Langkah Menentukan <i>Phi</i> (<i>Sudut Geser Massa Batuan</i>)......	G-1



BAB I PENDAHULUAN

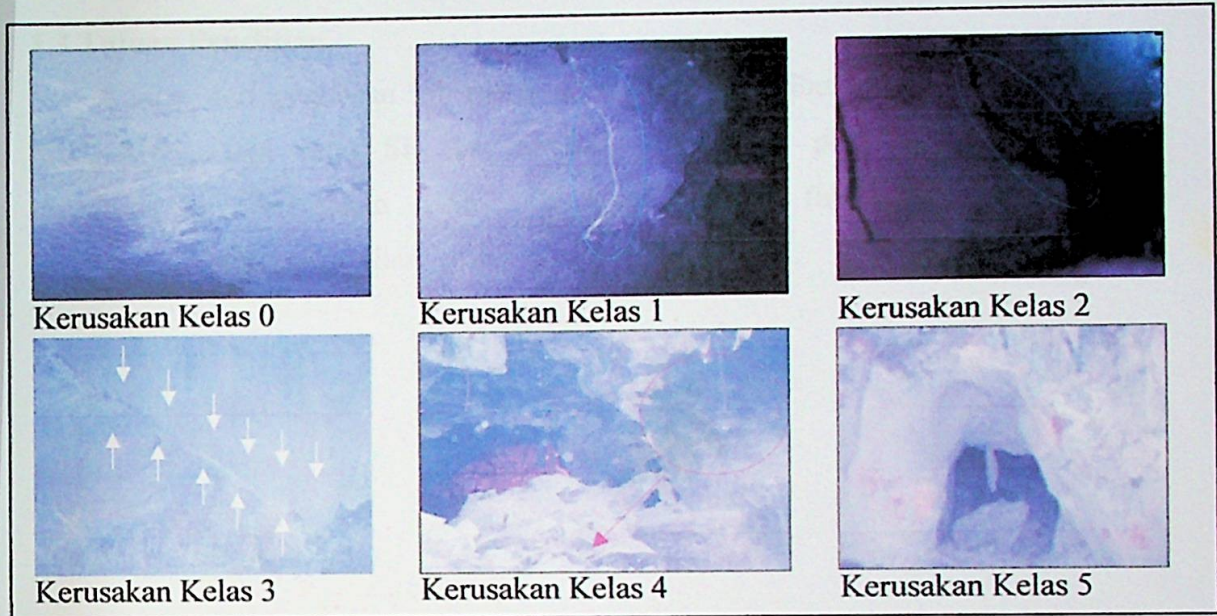
1.1 Latar Belakang

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Freeport Indonesia di daerah DOZ adalah metode ambrukan (*block caving method*). Dalam menjamin keberlangsungan produksi dan keberhasilan penambangan bijih emas dan tembaga diperlukan adanya level ekstraksi, yang mana pada level ini terdapat banyak pilar. Dalam pembentukannya tentu pilar desain (ukuran pilar yang direncanakan) tidak akan sama dengan pilar aktual (ukuran yang terbentuk di lapangan), karena aktivitas peledakan. Dan pada pilar-pilar ini terlihat kerusakan kelas 1, 2, 3, 4, bahkan kelas 5.

Pengamatan dilakukan dengan mengamati kerusakan yang terjadi pada bagian dinding pilar, dimana dinding pilar sudah diperkuat dengan *wire mesh*, paku batuan (*rock bolt*), dan beton tembak (*shotcrete*). Kerusakan pilar kelas 1 dan 2, masih dalam kategori kerusakan yang masih ditolerir karena masih dapat dilakukan penarikan *ore* (*mucking*) dari titik tarik (*draw point*). Akan tetapi apabila kerusakan pilar ini mencapai kelas kerusakan 3, produksi akan diberhentikan selama 2-7 hari untuk dilakukan perbaikan, dan akan menghambat jalannya produksi. Juga dengan kerusakan kelas 4 dimana alat *LHD* tidak dapat melewati panel karena panel tertutup kurang dari 50 %, sedangkan pada kelas 5 sudah tidak dapat dilewati oleh manusia karena lebih dari 50 % panel tertutup, karena batuan yang jatuh akibat kerusakan pilar pada bagian dinding pilar (Gambar 1.1).

Untuk itu diperlukan perencanaan secara tepat agar kerusakan pilar dapat diminimalisir sekecil mungkin. Hasil perhitungan Willson untuk mendapatkan *Safety Factor* (*SF*) yang dibandingkan dengan kondisi pilar aktual di lapangan merupakan

salah satu metode untuk mengetahui tingkat kestabilan pada pilar, apakah pilar dengan SF hasil perhitungan ini sudah cukup baik atau belum.



GAMBAR 1.1

KERUSAKAN KELAS 0, KELAS 1, KELAS 2, KELAS 3, KELAS 4, KELAS 5

1.2 Rumusan Masalah

Apabila kerusakan pilar mencapai kelas 3, 4, dan 5 maka produksi akan dihentikan untuk segera dilakukan perbaikan pilar, sehingga mengganggu aktivitas produksi. Masalah-masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah :

- Bagaimana distribusi kerusakan pilar tambang DOZ.
- Bagaimana ukuran penampang pilar yang disesuaikan dengan nilai SF yang tepat agar meminimalkan kerusakan pilar.
- Faktor-faktor lain apa saja yang menyebabkan kerusakan pilar.

Dalam penelitian ini Penulis membatasi ruang lingkup pembahasan antara lain :

- Hanya terbatas perhitungan pada panel 07 sampai panel 1F.
- Pengamatan pada pilar batuan diorite dan endoskarn.

- c. Metode perhitungan SF pilar keseluruhan menggunakan perhitungan Willson dan perhitungan rancangan pilar menggunakan metode *room-pilar*.
- d. Hanya membahas masalah teknis dan tidak membahas mengenai peledakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui distribusi persentase kerusakan pilar. Mengetahui nilai SF dan ukuran penampang pilar yang tepat untuk meminimalkan kerusakan pilar. Dan mengetahui faktor-faktor lain yang menyebabkan kerusakan pilar.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2011, Underground Geotechnical and Hydrology Department, PT. Freeport Indonesia.
- _____, 2002, Underground Mine Geology Department PT. Freeport Indonesia.
- Armando Mahler dan Nurhadi Sabirin, 2008, "*Dari Grasberg sampai Amamapare Proses Penambangan Tembaga dan Emas Mulai Hulu hingga Hilir*", PT. Gramedia Utama Pustaka Utama, Jakarta.
- A.H. Wilson, June 1972, *Research Into The Determination of Pillar Size, Part 1. An Hypothesis Concerning Pillar Stability.*
- Bibit Riyanto, 2005, *Studi Pengaruh Abutment Stress Akibat Proses Caving (Runtuhan) Terhadap Kestabilan Lubang Buka-an Pada Level Undercut Di Tambang Bawah Tanah Deep Ore Zone (West Side DOZ) PT Freeport Indonesia, Tembagapura.*
- E.T. Brown, 1997-2000, *Block Caving Geomechanic*, Julius Kruttschnitt Mineral Research Center, Australia.
- Evert Hoek, 1999, *Rock Engineering*, Evert Hoek Consulting Engineer Inc., Canada
- UG-Geotech, 2006, *Damage Classification & Criteria*, PT Freeport Indonesia, Tembagapura.