

GAN

ANALISIS TIDYASANGAN SEMPORATE WALL BERTANDING WALL  
DENGAN ENGINEERING DRAINAGE SYSTEMS OPTION DI TAMBANG  
BADAN TANAH BIG COSSAN PT. FREEPORT INDONESIA



SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan pada kuliah Tugas Akhir  
pada Jurusan Teknik Perencanaan

Oleh

Reza Fauzan Ramadhan  
(0901001021)

UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS TEKNIK

2011

622.33

Rum

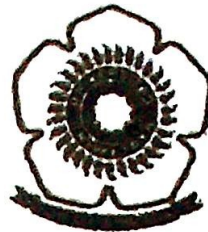
2

2011

23 850 /  
24401



**ANALISIS PEMASANGAN SHOTCRETE FILL RETAINING WALL  
DENGAN ENGINEERED DRAINAGE SYSTEM OPTION DI TAMBANG  
BAWAH TANAH BIG GOSSAN PT. FREEPORT INDONESIA**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi syarat kurikulum mata kuliah Tugas Akhir  
pada Jurusan Teknik Pertambangan**

**Oleh**

**David Ferdinand Rumahorbo  
(03061002021)**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**2011**

**ANALISIS PEMASANGAN SHOTCRETE FILL RETAINING WALL DENGAN  
ENGINEERED DRAINAGE SYSTEM OPTION DI TAMBANG BAWAH  
TANAH BIG GOSSAN PT. FREEPORT INDONESIA**

**SKRIPSI UTAMA**

**Disetujui untuk Jurusan Teknik  
Pertambangan Oleh Pembimbing :**

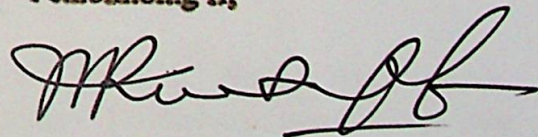


**Pembimbing I,**



**Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si  
NIP : 194812071978062001**

**Pembimbing II,**



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

# HALAMAN PERSEMBAHAN

JIKA AKU BISA, BUKAN KARENA AKU BISA,,  
HANYA KARENA ANUGERAHNYA, MAKA AKU BISA,,

*Sebab Segala Sesuatu Adalah Dari Dia, Dan Oleh Dia, Dan Kepada Dia.*

*Bagi Dialah Kemuliaan Sampai Selama-Lamanya*

*Roma 11:36*

Skripsi ini kupersembahkan Kepada :

- ✦ Tuhan Yesus Kristus, Tuhan dan Juruslamatku, Pribadi yang telah menolongku dalam setiap kelemahan dan keterbatasanku. Dia yang memungkinkan untuk terus bertahan dalam setiap kondisi yang aku alami dalam hidup, khususnya dalam pengerjaan skripsi ini. Pribadi yang menjadi sahabat yang luar biasa dengan kesetiaan yang tidak akan pernah pudar. Bagi Dialah segala kemuliaan dan pujian ku berikan.
- ✦ Orangtuaku yang terkasih. Betapa kubersyukur kepada Allahku yang telah memberikan orangtua yang luar biasa yang mau berjuang untuk anak-anaknya. Terimakasih untuk setiap Doa dan dukungan serta perjuangan untuk aku dapat menjadi seorang sarjana. Banyak hal yang telah kalian lakukan untukku. Jerih payah kalian tidak akan pernah aku sia-siakan. Panjang umur dan sehat selalu kiranya menyertai kalian. I love you so much.
- ✦ Abang, kakak, dan adik-adikku (B' Riston, K' Melda, K' Nova, Okta, Salomo, Marta). Bersyukur memiliki saudara seperti kalian. Terimakasih untuk setiap Doa dan motivasi yang telah diberikan kepadaku selama aku menjalani studi. Apapun yang telah kalian berikan sangat berarti bagiku. Kiranya Tuhan Yesus selalu

memberkati kehidupan kalian. Terima kasih juga kepada kakak dan Lae-lae ku (K' Eli, Lae Frangky dan lae Andi) dan kepada keponakanku (Krisna, Ronata, Pedo, dan sikecil Joel) untuk setiap doa dan dukungannya bagiku.

- ✦ Dewi Mariana Marpaung, pribadi yang selalu mendukung dan memperhatikanku dalam pengerjaan skripsi ku. Terimakasih untuk semua hal yang telah engkau berikan. Kiranya Tuhan yang membalasnya kepadamu. Terimakasih untuk kesetiaanmu dan kebersamaan yang ada diantara kita. Biarlah Dia yang mengatur segala sesuatunya untuk kita berdua di masa yang akan datang.
- ✦ Teman-teman satu kost (Edi, Alfian, Samuel, Rio, Eros, Dedi, dan Nando H), terimakasih untuk Doa dan dukungan yang telah diberikan kepadaku. Terimakasih untuk kebersamaan yang kita alami selama ini. Buat Edi, sukses untuk pekerjaanmu, Alfian semangat untuk pengerjaan skripsimu. Terus berjuang dan jangan pernah menyerah. Buat Samuel, Rio, Eros, dan Nando trus berjuang dalam studi kalian. Beri yang terbaik untuk kemuliaan Tuhan.
- ✦ Pengurus PDO Teknik 2010-2011 yang menjadi keluargaku di sini. Terimakasih kepada Gunnar, Elfrida, Artha, Rimma, Yeni, Elis, Oka, Ida, Ema, Boyke, Erluis, Bertu, Elvi, Rina, dan Soli atas Doa dan dukungan kalian untukku. Aku selalu bersyukur kepada Allahku setiap kali mengingat kalian didalam doaku. Terima kasih untuk kebersamaan yang indah yang kita lewati. Tak akan pernah terlupakan. Terus berjuang dalam studi dan pelayanan kalian. Lanjutkan pelayanan di PDO Teknik. Tuhan memberkati kalian semua.
- ✦ Komunitas pelayan HKBP Efrata. Terimakasih untuk setiap doa dan dukungannya. Kiranya setiap pribadi yang ada didalamnya terus setia menjadi pelayan Tuhan di Gereja HKBP Efrata.
- ✦ KTB Eagles (Komkom, Nando S, Roy, Robi dan Frangki), KTB Diamond (Alfian dan Mas Hendra), KTB Alfa FC (Oka dan Alpon). Terimakasih untuk doa dan dukungan kalian. Semangat yang kalian berikan sangat menolongku untuk mengerjakan bagianku. Terima kasih untuk perhatian yang diberikan. Maaf untuk setiap kelalaian ku dalam kelompok kita. Tuhan memberkati kalian.
- ✦ Teman-teman seperjuanganku 2006. Terimakasih untuk setiap dukungan dan kerja samanya. Terus berjuang menyelesaikan studinya. Tuhan yang kiranya menolong dalam setiap pergumulan yang ada. God Bless You Guys.

-Salam Kasih-

## ABSTRAK

### ANALISIS PEMASANGAN SHOTCRETE FILL RETAINING WALL DENGAN ENGINEERED DRAINAGE SYSTEM OPTION DI TAMBANG BAWAH TANAH BIG GOSSAN PT. FREEPORT INDONESIA

(David Ferdinand Rumahorbo, 2010, halaman)

---

*PT Freeport Indonesia saat ini sedang melaksanakan konstruksi paste backfill plant dengan kapasitas 240 ton per jam yang terletak di Big Gossan Copper & Gold Mine Papua, Indonesia dan dijadwalkan memproduksi paste mulai Januari 2011. Plant tersebut berada di underground mine di atas ore body dan paste didistribusikan menggunakan system UDS (Underground Distribution System) ke area produksi yaitu dengan gravitasi dan bantuan pompa.*

*Untuk mewujudkan tambang underground dengan metode Backfilling yang aman dibutuhkan retaining wall atau bulkhead yang kokoh. Jika persyaratan tersebut tidak dapat dipenuhi maka akan menimbulkan kondisi yang tidak aman dan dapat mengakibatkan kegagalan pada retaining wall. Kegagalan retaining wall tersebut juga berkaitan dengan kerugian secara ekonomi, korban jiwa, dan gangguan terhadap produksi. Tambang Big Gossan memutuskan untuk menggunakan design shotcrete modifikasi dengan system drainase pada retaining wall tersebut.*

*Dalam pelaksanaannya, dibutuhkan pemasangan wall shotcrete yang cepat dengan tujuan agar stope yang telah ada bisa segera di isi sehingga tidak terjadi subsidence jika dibiarkan lama. Sesuai dengan target yang ingin dicapai tahun 2011 saat dilakukan produksi besar-besaran bahwa setiap bulan diharapkan ada 10 wall yang terpasang. Tetapi, berdasarkan pengalaman yang telah dilakukan sebelumnya, untuk satu wall dibutuhkan 21 shift (21 hari). Hal ini sangat jauh dari apa yang diharapkan Oleh sebab itu diperlukan analisis proses pemasangan shotcrete wall yang meliputi analisis waktu pemasangan, teknologi serta bahan dan material yang diperlukan agar proses pemasangannya dapat dilakukan tepat waktu.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Mahaesa yang telah melimpahkan kasih dan anugrahNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul ” Optimalisasi Pemasangan Shotcrete Fill Retaining Wall Dengan Engineered Drainage System Option Di Tambang Bawah Tanah Big Gossan, Pt. Freeport Indonesia” pada tanggal 12 September 2010 sampai tanggal 12 Desember 2010.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si sebagai pembimbing Pertama dan kepada Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA sebagai pembimbing Kedua yang telah membimbing penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu juga tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Rr. Harminuke Eko, ST,MT, Sekretaris jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Hengky Rumbino, pembimbing lapangan.
5. Parningotan Siburian, Dolly Sitanggang, M. Mukhlis, dan seluruh *crew* Bg Gossan *Paste Plant* yang telah membantu.
6. Rekan-rekan yang telah membantu penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.

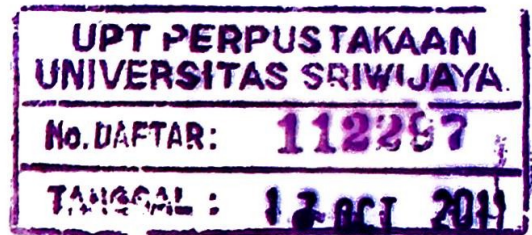
Penulis menyadari bahwa laporan ini kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun. Akhir kata semoga laporan ini berguna bagi pembaca.

Indralaya, Agustus 2011

Penulis.



DAFTAR ISI



	Halaman
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
 BAB	
I. PENDAHULUAN .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Perumusan Masalah .....	I-2
1.3. Pembatasan Masalah .....	I-3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penulisan.....	I-3
II. TINJAUAN UMUM .....	II-1
2.1. Sejarah Singkat PT. Freeport Indonesia .....	II-1
2.2. Lokasi dan Kesempaan Daerah .....	II-3
2.3. Iklim dan Curah Hujan .....	II-5
2.4. Topografi.....	II-6
2.5. Kondisi Geologi .....	II-6
2.6 Metode Penambangan Di Big Gossan.....	II-21
III.DASAR TEORI .....	III-1
3.1. Massa batuan.....	III-1
3.2. Tinjauan Teknis <i>Shotcrete Fill Retaining Wall</i> .....	III-5
3.3. Tinjauan Umum Metode <i>Paste Fill</i> dan <i>Shotcrete</i> .....	III-14

III. METODE PENELITIAN.....	IV-1
4.1. Pengambilan Data .....	IV-1
4.2. Pengolahan Data.....	IV-3
4.3. Analisis Data .....	IV-3
V. STUDI EVALUASI PEMASANGAN <i>SHOTCERE WALL</i> LEVEL 2540 # 36	V-1
5.1. Material <i>Shotcrete Fill Retaining Wall</i> .....	V-1
5.2. Design <i>Shotcrete Fill Retaining Wall</i> .....	V-3
5.3. Evaluasi Pemasangan <i>Shotcrete wall</i> Level 2540 # 36 .....	V-4
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	VI-1
6.1. Hasil Penelitian .....	VI-1
6.2. Pembahasan.....	VI-7
VII. KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan .....	VII-1
7.2. Saran.....	VII-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Peta Kontrak Karya PT. Freeport Indonesia.....	II-4
2.2. Peta Geologi Permukaan dan Penampang Geologi Big Gossan .....	II-11
2.3. <i>Inset Zonasi Skarn</i> .....	II-17
3.1. Distribusi tegangan disekitar terowongan .....	III-5
3.2. Tahapan <i>Puring Pasta</i> .....	III -5
3.3. Kalkulasi Beban <i>Shotcrete Wall</i> .....	III-6
3.4. Grafik Beban Terhadap Perpindahan.....	III-7
3.5. Pola Garis Leleh .....	III-8
3.6. Skema Kegagalan <i>Buckling</i> .....	III-10
3.7. Contoh Kegagalan <i>Buckling</i> .....	III-11
3.8. Skema Kegagalan Geser .....	III-12
3.9. Contoh Kegagalan Geser .....	III-12
3.10. Proses Distribusi <i>Paste</i> .....	III-14
4.1. Pola Pemboran.....	IV-2
4.2. <i>Threadbar Grouting framework</i> .....	IV-3
4.3. Pemasangan <i>Frame Framework</i> .....	IV-4
4.4. Pemasangan <i>wiremesh</i> dan <i>ventbag</i> .....	IV-5
4.5. <i>Threadbar Grouting layer 1</i> .....	IV-6
4.6. Pemasangan <i>Frame layer 1</i> .....	IV -6
4.7. Pemasangan <i>Decant Pipe</i> .....	IV-7
4.8. <i>Threadbar Grouting layer 2</i> .....	IV-8

4.9. Pemasangan <i>Frame layer 2</i> .....	IV-9
5.1. Material <i>Shotcrete fill Retaining Wall</i> .....	V-1
5.2. Design <i>Shotcrete fill Retaining Wall</i> .....	V-2
5.3. Konstruksi <i>Shotcrete fill Retaining Wall</i> .....	V-3
6.1. Lokasi Penelitian. ....	VI-1
6.2. Retaining Wall di level 3020 dpl crosscut 36 .....	VI-6
e.1. Penampang <i>Pouring Pasta</i> .....	E-1
g.1. Alat UCS dan Sampel .....	G-2
i.1. Grafik <i>Punched Strength VS Time</i> Untuk Jenis Resin .....	I-2

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Kondisi Cuaca Rata-rata Tahunan.....	II-5
II.2. Kelimpahan Mineral Ubahan Pada Batuan Samping .....	II-16
III.1. Ukuran Agregat Berdasarkan ASTM <i>Sieve</i> .....	III-18
VI.1. Kebutuhan Material di Level 3020 dpl <i>crosscut</i> 38 .....	VI-2
a.1. <i>Mix Design Fibre Shotcrete</i> PT. Freeport Indonesia .....	A-1
c.1. Data Histori Pemasangan <i>Wall</i> 2540 dpl <i>crosscut</i> 36.....	C-1
d.1. Kegiatan <i>Installing Wall</i> 3020 dpl <i>crosscut</i> 38 .....	D-1
e.1. Waktu <i>Drilling</i> .....	E-1
e.2. Waktu Pemasangan <i>Framework wall</i> 38 .....	E-3
e.3. Waktu Pemasangan <i>Layer</i> 1 .....	E-4
e.4. Waktu Pemasangan <i>Layer</i> 2 .....	E-5
g.1. Data Hasil Pengujian UCS Sampel .....	G-1
i.1. Data Resin Grouting .....	I-1
i.2. Perbedaan Penggunaan Resin dan semen <i>Grouting</i> .....	I-2

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. <i>Mix Design Shotcrete</i> .....	A-1
B. Data Histori <i>Wall Level 2540 dpl crosscut 36</i> .....	B -1
C. Kegiatan Installing <i>Wall Level 3020 dpl crosscut 38</i> .....	C-1
D. Waktu Pemasangan <i>Wall Level 3020 dpl crosscut 38</i> .....	D-1
E. Perhitungan Analisis Beban <i>Shotcrete wall</i> .....	E-1
F. Perhitungan <i>Safety Factor Design Wall</i> .....	F-1
G. Pengujian Test UCS (Unaxial Compressive Stress).....	G-1
H. Alternatif Teknis Pemasangan <i>Wall</i> .....	H-1
I. Data Resin <i>Grouting</i> .....	I-1

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Kondisi Cuaca Rata-rata Tahunan.....	II-5
II.2. Kelimpahan Mineral Ubahan	
Pada Batuan Samping .....	II-16
III.1. Ukuran Agregat Berdasarkan ASTM <i>Sieve</i> .....	III-18
VI.1. Kebutuhan Material di Level 3020 dpl <i>crosscut</i> 38 .....	VI-2
a.1. <i>Mix Design Fibre Shotcrete</i> PT. Freeport Indonesia .....	A-1
b.1. Data Histori Pemasangan <i>Wall</i> 2540 dpl <i>crosscut</i> 36.....	B-1
c.1. Kegiatan <i>Installing Wall</i> 3020 dpl <i>crosscut</i> 38.....	C-1
d.1. Waktu <i>Drilling</i> .....	D-1
d.2. Waktu Pemasangan <i>Framework wall</i> 38 .....	D-3
d.3. Waktu Pemasangan <i>Layer</i> 1 .....	D-4
d.4. Waktu Pemasangan <i>Layer</i> 2 .....	D-5
f.1. Data Hasil Pengujian UCS Sampel .....	F-1
g.1. Data Resin Grouting .....	G-1
g.2. Perbedaan Penggunaan Resin dan semen <i>Grouting</i> .....	G-2

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. <i>Mix Design Shotcrete</i> .....	A-1
B. Data Histori <i>Wall</i> Level 2540 dpl <i>crosscut</i> 36.....	B -1
C. Kegiatan Installing <i>Wall</i> Level 3020 dpl <i>crosscut</i> 38.....	C-1
D. Waktu Pemasangan <i>Wall</i> Level 3020 dpl <i>crosscut</i> 38 .....	D-1
E Perhitungan <i>Safety Factor Design Wall</i> .....	E-1
F. Pengujian Test UCS (Unaxial Compressive Stress).....	F-1
G. Alternatif Teknis Pemasangan <i>Wall</i> .....	G-1
H. Data Resin <i>Grouting</i> .....	H-1



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Metode penambangan *Paste Fill* digunakan dengan mengalirkan pasta semen ke dalam *stope* yang sudah dieksploitasi. Karena di area luar *underground* Big Gossan PT. FI merupakan area pengolahan *ore*, pengantisipasi terhadap *subsidence* harus ditangani secara tepat. Dengan penutupan *stope* yang tepat waktu maka *subsidence* tidak akan terjadi. Dalam metode ini, pasta menggantikan batuan yang telah hilang agar tidak ada pergeseran batuan. Dengan demikian level permukaan tanah teratas tidak turun.

Sistem UDS (*Underground Distribution System*) dilakukan dengan mengalirkan pasta semen dari *Paste Plant* (level tertinggi) ke setiap *stope* dengan gravitasi dan pompa yang dialirkan melalui pipa berkapasitas tekanan 120, 70 dan 10 bar. Ketepatan komposisi pasta (*tailing*, semen dan air) akan memberi nilai *slump* dan nominal kuat tekan pasta agar *flow rate* di dalam pipa tetap terjaga dan sanggup mencegah fenomena *subsidence* maka pasta dapat terdistribusi tepat waktu dan kekuatan tetap tercapai.

Kedalaman *stope* yang terdapat di Big Gossan *Paste Plant* (BGPP) PT. Freeport Indonesia mencapai 20 dan 40 meter dan jumlah *stope* bisa mencapai 13 *stope* dalam 1 *quarter*. Sebuah struktur dibutuhkan untuk membendung pasta di pintu *crosscut* (*tunnel*) tepat di bawah *stope* untuk menahan tekanan hidrostatik fluida pasta (hampir 2x tekanan air) . Sudah banyak jenis struktur yang sudah terpasang di tambang *pastefill* lain mulai dari menggunakan *mullock*, *aquacrete*

*wall*, *shotcrete wall*, *concrete brick*, timber, balon bertekanan atau kombinasi beberapa tipe *wall*. BGPP lebih memilih *shotcrete wall* (bulkhead) karena kekuatan struktur dapat dinominalisasikan sehingga mampu *design* sesuai kebutuhan terhadap tekanan pasta. Selain itu, dengan menggunakan *shotcrete* proses konstruksi bisa sangat singkat karena proses pengerasan *shotcrete* lebih cepat dari *concrete* biasa. Metode analisis *shotcrete wall* sama dengan *concrete wall*, perbedaannya ada pada kekuatan tekan material dan kemudahan konstruksi.

## 1.2. Perumusan Masalah

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa metode penambangan *Paste Fill* adalah metode yang mengisi kembali *stope* yang sudah dieksploitsai dengan material pasta yang terdiri dari semen, air dan *tailing*. Di daerah *stope* sendiri butuh suatu struktur untuk menahan pasta (*barricade*) di *crosscut* yang berfungsi layaknya bendungan. Tetapi *design barricade* berbeda karena bentuknya sama seperti pintu yang akan menahan tekanan pasta yang besar dan tidak merata. Jenis *barricade* yang digunakan di tambang Big Gossan adalah *shotcrete barricade*.

Dalam pelaksanaannya, dibutuhkan pemasangan *wall shotcrete* yang cepat dengan tujuan agar *stope* yang telah ada bisa segera diisi sehingga tidak terjadi *subsidence* jika dibiarkan lama. Sesuai dengan target yang ingin dicapai tahun 2011 saat dilakukan produksi besar-besaran bahwa setiap bulan diharapkan ada 10 *wall* yang terpasang. Tetapi, berdasarkan pengalaman yang telah dilakukan sebelumnya, untuk satu *wall* dibutuhkan 21 shift (21 hari). Hal ini sangat jauh dari apa yang diharapkan. Dari penjelasan diatas, maka permasalahan yang harus diselesaikan adalah :

1. Bagaimana proses pemasangan *Shotcrete wall* ?
2. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk pemasangan sebuah *Shotcrete wall* ?
3. Bagaimana metode atau teknik pemasangan sebuah *Shotcrete wall* agar dapat cepat dikerjakan?
4. Bagaimana sinkronisasi alat yang dibutuhkan dalam pemasangan *Shotcrete wall* ?

Masalah-masalah tersebut akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini.

### 1.3. Pembatasan masalah

Penulis dalam melakukan penelitian ini dibatasi hanya untuk meneliti optimalisasi waktu pemasangan *wall shotcrete* mulai dari tahap preparasi, tahap pemasangan *wall* dan tahap penyemprotan *shotcrete* sehingga dengan adanya evaluasi terhadap waktu maka pemasangan *wall* dapat dilakukan secara optimal.

### 1.4 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat waktu yang diperlukan untuk pemasangan *wall shotcrete*. Sehingga dari analisis waktu yang ada dapat dioptimalisasikan pemasangan *wall shotcrete* sesuai target yang ingin dikerjakan.

Manfaat penelitian ini adalah untuk :

1. Dapat memberikan informasi kepada departement tentang waktu yang optimal dalam pemasangan sebuah *wall*.
2. Dapat mengetahui faktor-faktor yang memperlambat waktu pemasangan *wall* sehingga dapat dilakukan evaluasi.
3. Dapat memberikan alternatif saran tentang bagaimana pemasangan sebuah *wall* dengan waktu yang cepat sehingga target bisa tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

Golder Associates PastTec. 2005. *Report On feasibility evaluation of Underground System for PT Freeport Indonesia (Big Gossan Project)*. Irian Jaya.

Hoek, E, Kaiser, P.K, Bawden, W.F. 1955. *Support of Underground Excavation in Hard Rock*. Rotterdam.

[Http://google.com/Dari Grasberg Sampai ke Amamapare](http://google.com/Dari%20Grasberg%20Sampai%20ke%20Amamapare).

Kanowna Belle Gold Mines. 2010. *Training course for people who Design, Construct, or Check Paste Fill Barricades*.Australia.

Lee, C. and Pieterse E. 2004. *Commissioning and Operation Experience with a 400 tph Paste Backfill System at Kidd Creek Mine*. Golder Associates Ltd.

MacGregor, James G. and Wright, James K. 2004. *Reinforced Concrete: Mechanics b and Design (4th Edition) (Civil Engineering and Engineering Mechanics)*. Prentice Hall, Canada.

Matthew Clements. 2002. *Report on Inspection of Shotcrete System at Freeport Mine Indonesia*. Underground Field Engineering, Irian Jaya.

Rumbino, H. 2010. Big Gossan Paste Plant Papers. PT. Freeport Indonesia, Papua.

R. Cooke, Paterson & Cooke, Denver. 2007. *Backfill Pipeline Distribution Systems—Design Methodology Review*. Colorado, USA,.