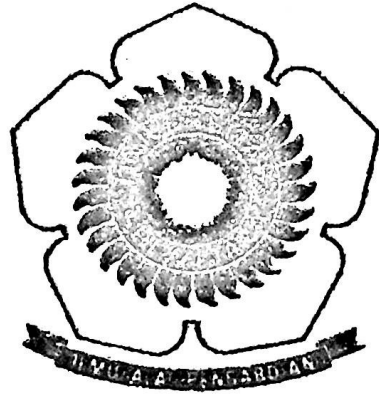




✓  
627.107  
Rad  
a  
e-116438  
2011

**ANALISIS TEKANAN AIR PORI PADA TANGGUL SISA TAMBANG  
PT. FREEPORT INDONESIA**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Disusun Oleh:

**R. ADITYA HENDRA SAPUTRA  
03061001037**

Dosen Pembimbing :

**RATNA DEWI, S. T., M. T.  
FEBRIAN HAADINATA, S. T., M. T.**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2011**


**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**


**N a m a** : R. ADITYA HENDRA SAPUTRA  
**N I M** : 03061001037  
**JURUSAN** : TEKNIK SIPIL  
**JUDUL** : ANALISIS TEKANAN AIR PORI PADA TANGGUL  
SISA TAMBANG PT. FREEPORT INDONESIA

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**


**Tanggal** Pembimbing Pembantu

  
\_\_\_\_\_  
**Febrian Hadinata, S.T., M.T.**  
NIP. 19810225 200312 1 002

**Tanggal** Pembantu Utama

  
\_\_\_\_\_  
**Ratna Dewi, S.T., M.T.**  
NIP. 19740615 200003 2 001

**Tanggal** Ketua Jurusan,

  
\_\_\_\_\_  
**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.**  
NIP. 19581211 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**N a m a** : R. ADITYA HENDRA SAPUTRA  
**N I M** : 03061001037  
**JURUSAN** : TEKNIK SIPIL  
**JUDUL** : ANALISIS TEKANAN AIR PORI PADA TANGGUL  
SISA TAMBANG PT. FREEPORT INDONESIA

Inderalaya, Februari 2011

Ketua Jurusan,

Dosen Pembimbing,



**Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.**

**Ratna Dewi, S.T., M.T.**

NIP. 19581211 198703 1 002

NIP. 19740615 200003 2 001

## ABSTRAK

Kendala yang sering dihadapi pada bendungan jenis urugan homogen atau pada tanggul adalah adanya rembesan yang melalui tubuh tanggul tersebut. Konduktivitas hidrolis tanah pada tanggul digunakan untuk menghitung semua parameter yang berhubungan dengan kemampuan bendungan, termasuk laju rembesan dan jumlah rembesan, tekanan air pori, serta keadaan dari tegangan efektif. Nilai variabel ketinggian muka tailing dan perbedaan dimensi tanggul tiap zona sisa tambang PT Freeport Indonesia mengakibatkan variasi nilai tekanan air pori yang memungkinkan terjadinya kegagalan konstruksi tanggul. Oleh karena itu penting sekali mempelajari secara lebih seksama untuk menganalisa tekanan air pori pada tanggul.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tekanan air pori pada tanggul barat sisa tambang atau *west levee* PT Freeport Indonesia. Data penelitian merupakan data sekunder berupa hasil pengujian penetrasi standar (SPT) di sepanjang tanggul barat (*west levee*), data dimensi tanggul, serta data ketinggian muka tailing. Analisis tekanan air pori didapatkan dengan program SEEP/W berdasarkan nilai konduktivitas hidrolis yang bervariasi pada tanggul. Setelah mendapatkan nilai hasil output berupa tekanan air pori, data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel dan diolah secara statistik untuk menampilkan nilai maksimum dan nilai minimum tiap zona.

Nilai tekanan air pori pada setiap tanggul berbeda-beda hal ini disebabkan oleh dimensi tanggul dan tinggi permukaan air yang berbeda. Jadi semakin tinggi tanggul, dengan kondisi tailing maksimum, dan ditinjau dari titik tengah terendah ketinggian tanggul didapatkan nilai terbesar tekanan air pori positif. Tekanan air pori tersebut dapat digunakan sebagai parameter dalam menentukan kestabilan lereng.

**Kata Kunci :** Tekanan air pori, tanggul, konduktivitas hidrolis, *tailing*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Oleh karena itu, terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung dan tidak langsung, yaitu:

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T., Phd., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang bersedia membantu dalam penulisan, memberikan penjelasan, nasehat, masukan dan koreksi dalam penulisan laporan ini.
4. Bapak Febrian Hadinata, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pembantu.
5. Teman-Teman Sipil angkatan 2006.
6. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini dan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Untuk itu sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Februari 2011

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan dan Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Lampiran.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah.....	2
1.4.2 Ruang Lingkup Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tanggul.....	4
2.2 Pengertian Permeabilitas.....	5
2.3 Pengertian Tekanan Air Pori.....	7
2.4 Program SEEP/W.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Umum.....	13
3.2 Studi Pustaka.....	14
3.3 Pengumpulan Data.....	14

3.4 Analisa dan Pembahasan.....	14
3.5 Kesimpulan.....	16
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL.....</b>	<b>17</b>
4.1 Gambaran Wilayah.....	18
4.2 Data Parameter Tanah dan Ketinggian Tailing.....	17
4.3 Analisis Tekanan Air Pori Menggunakan Program SEEP/W.....	24
4.3.1 Output Program SEEP/W Dengan Ketinggian Muka Tailing Dari Tahun 2007 – 2009.....	26
4.3.2 Output Program SEEP/W Dengan Ketinggian Muka Tailing Simulasi.....	29
4.4 Analisa Dan Pembahasan Hasil.....	33
4.4.1 Ketinggian Tailing Dari Tahun 2007 – 2009.....	33
4.4.2 Ketinggian Tailing Simulasi.....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rembesan Air di dalam Tanah Akibat Gradien Hidrolis.....	6
Gambar 2.2 Tekanan Air Pori (P) dalam Tanah .....	8
Gambar 2.3 Ketinggian Kapiler .....	9
Gambar 2.4 Geometri Meniskus pada Kenaikan Air Kapiler.....	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian ... ..	13
Gambar 3.2 Diagram Alir Program SEEP/W.....	15
Gambar 4.1 Kawasan Modified Ajkwa Deposition Area (Mod-Ada) .....	16
Gambar 4.2 Tanggul yang Dilebarkan dan Ditinggikan .....	17
Gambar 4.3 Potongan Memanjang Tanggul Barat PT. Freeport Indonesia....	19
Gambar 4.4 Denah Lokasi Modified Ajkwa Deposition Area (Mod-Ada) ....	20
Gambar 4.5 Penampang Melintang Tanggul Zona 1 .....	23
Gambar 4.6 Penampang Melintang Tanggul Zona 2 .....	24
Gambar 4.7 Penampang Melintang Tanggul Zona 3 .....	24
Gambar 4.8 Penampang Melintang Tanggul Zona 4.....	24
Gambar 4.9 Contoh <i>Output</i> pada MA 50 Ketinggian Muka Tailing 3,73 m...	25
Gambar 4.10 Contoh Grafik Hubungan Sumbu X dan Sumbu Y terhadap Tekanan Air Pori MA 50 dengan Ketinggian Tailing 3,73 m .....	25
Gambar 4.11 Contoh <i>Output</i> pada Zona 1 Simulasi Ketinggian Muka Tailing 2 m .....	29
Gambar 4.12 Contoh Grafik Hubungan Sumbu X dan Sumbu Y terhadap Tekanan Air Pori pada Zona 1 dengan Ketinggian Tailing 2 m .....	30
Gambar 4.13 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 2.....	35
Gambar 4.14 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 3.....	35
Gambar 4.15 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 4.....	36
Gambar 4.16 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Seluruh Zona.....	37
Gambar 4.17 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 1 dengan Simulasi Ketinggian Muka Tailing.....	38
Gambar 4.18 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 2 dengan Simulasi Ketinggian Muka Tailing.....	38
Gambar 4.19 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 3 dengan Simulasi Ketinggian Muka Tailing.....	39

Gambar 4.20 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Zona 4 dengan Simulasi Ketinggian Muka Tailing.....	40
Gambar 4.21 Nilai Tekanan Air Pori Maksimum Seluruh Zona dengan Ketinggian Tailing Simulasi.....	41
Gambar 4.22 Nilai Tekanan Air Pori Minimum Seluruh Zona dengan Ketinggian Tailing Simulasi.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Elevasi Tailing
- Lampiran 2 Data Boring SPT DBW-1 Pada MA 152
- Lampiran 3 Penampang Memanjang Tanggul Barat
- Lampiran 4 Output Program SEEP/W
- Lampiran 5 Surat Tugas Pembimbing Tugas Akhir
- Lampiran 6 Kartu ACC

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kendala yang sering dihadapi pada bendungan jenis urugan homogen atau pada tanggul adalah adanya rembesan yang melalui tubuh tanggul tersebut. Rembesan pada model tanggul dapat terjadi karena adanya tekanan air yang melewati pori-pori di dalam tanah dan gaya yang menahan lebih kecil dari gaya yang mengalirkan.

Semua macam tanah terdiri dari butir-butir dengan ruangan-ruangan yang disebut pori (*voids*) antara butir-butir tersebut. Pori-pori ini selalu berhubungan satu dengan yang lain sehingga air dapat mengalir melalui pori-pori tersebut. Proses ini disebut rembesan (*seepage*) dan kemampuan tanah untuk dapat dirembes air disebut daya rembesan (*permeability*). Ada dua hal utama yang perlu diperhatikan yaitu banyaknya air yang merembes dan tegangan air didalam tanah akibat rembesan itu. Hal ini berhubungan dengan konduktivitas hidrolis pada tanah yaitu kemampuan tanah untuk mengirim air (Mark E. Reid, 1997).

Konduktivitas hidrolis tanah pada tanggul digunakan untuk menghitung semua parameter yang berhubungan dengan kemampuan bendungan, termasuk laju rembesan dan jumlah rembesan, tekanan air pori, dan keadaan dari tegangan efektif (Shengxiang Gui, 2000).

Faktor kestabilan merupakan hal yang utama dalam pelaksanaan sistem pengoperasian tanggul sisa tambang. Salah satu parameter dalam menentukan kestabilan lereng adalah tekanan air pori. Pada penelitian ini tekanan air pori di dapatkan berdasarkan nilai output dari program SEEP/W dari nilai konduktivitas hidrolis, ketinggian muka tailing yang bervariasi pada tanggul, dan dimensi tanggul tiap zona. Dengan data yang bervariasi tersebut diperlukan suatu konsep analisis yang lebih mendekati untuk dapat mengakomodasi setiap variasi yang terjadi.

## 1.2. Perumusan Masalah

Pada kegiatan penambangan PT Freeport, terdapat sisa hasil tambang. Untuk mengatur laju arus tailing tersebut dan mengantisipasi dampak yang ditimbulkan, maka di buat lereng tanggul di pinggir sungai. Nilai variabel ketinggian muka tailing dan perbedaan dimensi tanggul tiap zona sisa tambang PT Freeport Indonesia mengakibatkan variasi nilai tekanan air pori yang memungkinkan terjadinya kegagalan konstruksi tanggul. Maka, untuk mengetahui nilai tekanan air pori dilakukan penelitian dengan menggunakan program pemodelan numerik SEEP/W.

## 1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai tekanan air pori (*pore water pressure*) dari nilai konduktivitas hidrolis pada tanggul dengan *software Seep/w* yang akan digunakan sebagai parameter dalam menentukan kestabilan lereng khususnya faktor keamanan pada lereng.

## 1.4. Ruang Lingkup

### 1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang Lingkup wilayah pada daerah penelitian adalah tanggul zona barat (*west levee*) pada Modified Deposition Area (MOD-ADA) PT. Freeport Indonesia.

### 1.4.2. Ruang Lingkup Penelitian

1. Melakukan evaluasi dan pengolahan data yang berupa data tanah sehingga didapatkan data parameter hidroulik tanah sebagai input program seep/w
2. Mencari nilai tekanan air pori (*pore water pressure*) dengan program *seep/w* pada tanggul aliran *tailing* zona barat (*west levee*) PT Freeport indonesia yang merupakan output program tersebut.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan teknik analisis, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian pustaka mengenai penjelasan secara umum tentang pengertian tanggul, konduktivitas hidrolik, tekanan air pori, program *seep/w* dan teori pendukungnya.

## BAB III METODOLOGI

Berisi bagan alur prosedur penelitian, langkah-langkah yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan dan analisis data, hingga analisis hasil penelitian, program *seep/w*

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian yaitu *output software seep/w* berupa nilai tekanan air pori atau U pada tanggul sisa tambang atau *tailing* zona barat (*west levee*) Modified Deposition Area (MOD-ADA), PT Freeport Indonesia.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga berisi saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya, serta kemungkinan dapat dipakainya hasil penelitian ini kedalam aplikasi lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Bowles, Joseph E, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984

Das, Braja M, *Advanced Soil Mechanic*, Edisi Kedua, Penerbit Taylor & Francis, United States of America, 1997.

Das, Braja M, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.  
Geo-Slope Office, *SEEP/W for finite element seepage analysis*. version 5, Canada, 2004.

Gui, Shengxiang, Renduo Zhang, Jhon P. Turner, dan Xuzhang Xue, *Probabilistic Slope Stability Analysis with Stochastic Soil Hydraulic Conductivity*, Journal of geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2000

Jurusan Teknik Sipil, *Pedoman Pelaksanaan Kerja Praktek dan Tugas Akhir*.  
Indralaya, 2005.

Raid, Mark E, *Slope Instability Caused by Small Variations in Hydraulic Conductivity*, Journal of geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 1997

[www.gramme.be/unite9/geotechnique/SoilMech\\_ch3stress\\_and\\_pore\\_water\\_pressure.pdf](http://www.gramme.be/unite9/geotechnique/SoilMech_ch3stress_and_pore_water_pressure.pdf)

[www.petra.ac.id/jiunkpe-ns-s1-2004-21499038-4714-clayty-sand-chapter-2-high.jpg](http://www.petra.ac.id/jiunkpe-ns-s1-2004-21499038-4714-clayty-sand-chapter-2-high.jpg)