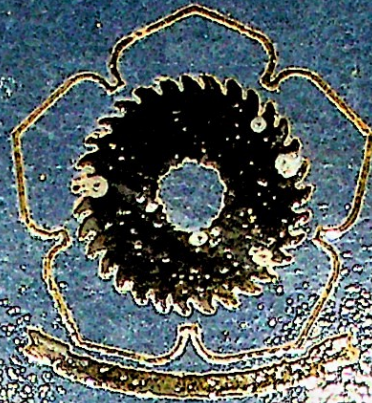


**ANALISIS REMBESAN PADA TANGGUL SISA TAMBANG
PT. FREEPORT INDONESIA**



LABORATORIUM TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Surabaya**

Oleh:

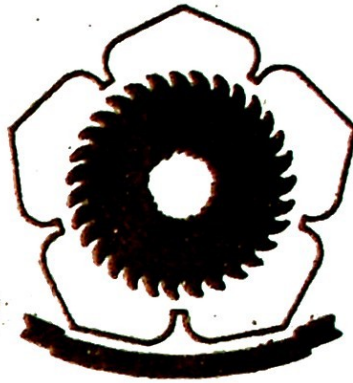
DANAR KHARISMA UTAMA

03061801063

**UNIVERSITAS SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

S
624.107
Dm
a
C-110439
2011

**ANALISIS REMBESAN 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**

Oleh:
DANAR KHARISMA UTAMA
03061001068

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

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : DANAR KHARISMA UTAMA
NIM : 03061001068
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS REMBESAN PADA TANGGUL SISA
TAMBANG PT. FREEPORT INDONESIA

Inderalaya, Februari 2011

Ketua Jurusan,

Dosen Pembimbing,



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

NIP. 19581211 198703 1 002

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

NIP. 19740615 200003 2 001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

N a m a : DANAR KHARISMA UTAMA
N I M : 03061001068
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS REMBESAN PADA TANGGUL SISA
TAMBANG PT. FREEPORT INDONESIA

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal **Pembimbing Utama**



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

Tanggal **Pembimbing Pembantu**



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

Tanggal **Ketua Jurusan,**



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

SURAT KETERANGAN
NOMOR : KHUSUS/H9.1.3/TS/2010

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Penguji Tugas Akhir/Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya menerangkan bahwa :

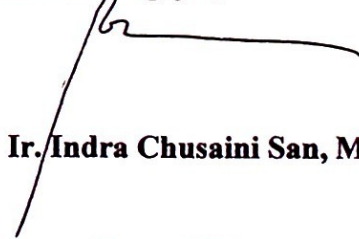
Nama : Dinar Kharisma Utama
NIM : 03061001068
Judul Tugas Akhir : Analisis Rembesan Pada Tanggul Sisa Tambang
PT Freeport Indonesia

adalah benar telah menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi dan melakukan *revisi* pada tugas akhir tersebut.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan seperlunya.

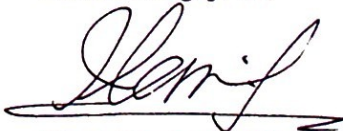
Palembang, Februari 2011

Dosen Penguji I,



Ir. Indra Chusaini San, M.S

Dosen Penguji III,



Heni Fitriani., ST.,MT

Dosen Penguji II,



Mona Foralisa T., ST.,MT

Dosen Penguji IV/Pembimbing I



Ratna Dewi., ST.,MT

Dosen Penguji V/Pembimbing 2



Febrian Hadinata., ST.,MT

ABSTRAK

Ada beberapa penyebab kegagalan tanggul, rembesan atau *seepage* menjadi salah satu penyebab yang paling berbahaya terhadap kegagalan tanggul. Untuk menghindari kegagalan tanggul akibat rembesan, penelitian sebelum dan sesudah pembangunan sangat diperlukan. Pada sistem pengoperasian tanggul sisa tambang, yang berfungsi sebagai pengontrol aliran tailing, yang berada di dataran rendah Ajkwa, PT. Freeport Indonesia, Timika Papua, faktor kestabilan pada tanggul menjadi prioritas penting dalam pelaksanaannya. Rembesan atau *Seepage* dikhawatirkan dapat mempengaruhi kestabilan tanggul. Oleh karena itu, untuk menghindari dampak negatif dari kegagalan, perlu dilakukan penelitian berkala mengenai pola rembesan yang terjadi. Dengan diketahuinya pola rembesan diharapkan dapat mengkoreksi tanggul yang telah direncanakan dan dibangun, sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan pada tanggul.

Penelitian ini dilakukan pada Tanggul Barat Modified deposition Area (Mod-Ada), PT. Freeport Indonesia, Timika Papua. Dimana tanggul terbagi menjadi 4 zona yang terdiri dari MA 50 sampai dengan MA 260. Performa dari tanggul yang dipengaruhi oleh rembesan dianalisis dan dimodelkan untuk mendapatkan *phreatic surface*-nya. Pemodelan debit pada rembesan dan *phreatic surface* pada tanggul, dilakukan dengan menggunakan program SEEP/W.

Dari hasil pemodelan dengan menggunakan data dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2009 menunjukkan Debit Maksimum $7,13 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan tinggi tailing 8,688 m, terdapat pada Zona 3 MA 150. Debit Minimum $7,81 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan ketinggian tailing 0,234 m, terdapat pada Zona 4 MA 195. Dan berdasarkan hasil pemodelan didapatkan kesimpulan bahwa Semakin tinggi tailing maka semakin besar debit rembesannya. Karena debit rembesan dipengaruhi oleh tinggi tailing, dimensi tanggul, koefisien permeability tanah dan bentuk flownet yang digunakan.

Keyword :

Seepage, Flownet, SEEP/W, Phreatic Surface, Water Table

KATA PENGANTAR

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

Maksud dari penulisan ini adalah dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

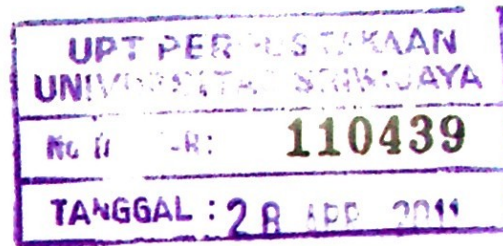
1. Ibu Prof. Dra. Hj. Badia Perizade, MBA, selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Prof. DR. Ir. H. Taufik M. Toha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Budhi Setiawan, ST., MT., PhD, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dalam tugas akhir.
6. Bapak Febrian Hadinata, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Kedua dalam tugas akhir.
7. Bapak Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng., selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
8. Ibu Yulia Hastuti, S.T., yang selalu memberi dorongan semangat.
9. Kedua orang tuaku tersayang, Papa dan Mama yang selalu memberikan yang terbaik untuk kedua anaknya.
10. Mbak, kakak ipar dan keponakanku tersayang (Bunda, Ayah dan nuna) yang juga selalu memberikan yang terbaik untuk adek.
11. Adit, Paisal, Diny, teman-teman seperjuanganku dan sahabat – sahabat yang selalu membantuku, Alvin, Danang, Dani, Diah, Eno, Enny, Harry, Gindra dan Tyo, terima kasih atas bantuan, semangat dan doanya.
12. Teman-teman angkatan 2006 Sipil atas ide-ide dan informasinya.
13. Adek-adekku angkatan 2007 - 2010 terima kasih untuk semangatnya.

Akhirnya, semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi pembacanya serta dapat dipergunakan sebaik-baiknya. *Wassalam.*

Palembang, Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI



	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah	2
1.4.2 Ruang Lingkup Penulisan	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Permeabilitas	4
2.1.1 Hukum Darcy	4
2.1.2 Koefisien Permeabilitas	4
2.1.3 Penentuan Koefisien Permeabilitas (k)	5
2.1.4 Pengaruh Variasi Permeabilitas Tanah Terhadap Rembesan..	10
2.2 Jaringan Aliran	10
2.3 Penggambaran Jaringan Aliran	11
2.4 Perhitungan Rembesan Dari Suatu Jaringan Aliran.....	12
2.5 Program SEEP/W	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Umum	16
3.2 Studi Pustaka	17
3.3 Pengumpulan Data	17
3.4 Pengolahan Data Dengan Menggunakan Program SEEP/W	17
3.5 Analisis dan Pembahasan Hasil	18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL	19
4.1 Gambaran Wilayah	19
4.2 Pengolahan Data Elevasi Tailing	20
4.3 Data Tanggul	25
4.3.1 Dimensi Tanggul	25
4.3.2 Parameter Material Tanggul	26
4.4 Output Program SEEP/W Menggunakan Data Dari Tahun 2007 Sampai Tahun 2009	29
4.4.1 Elevasi Tailing Rata-rata Dari Tahun 2007 Sampai Tahun 2009	29
4.4.2 Elevasi Tailing Maks. Dari Tahun 2007 Sampai Tahun 2009 ...	31
4.4.3 Simulasi Pada Elevasi Tailing	33
4.5 Analisis Dan Pembahasan Hasil	35
4.5.1 Elevasi Tailing Rata-rata	35
4.5.1 Elevasi Tailing Maksimum	37
4.5.1 Elevasi Tailing Simulasi	39
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai k Untuk Jenis Tanah	8
Tabel 2.2 Tipe Nilai Koefisien Permeabilitas Berdasarkan Varisai Tanah	9
Tabel 2.3 Kisaran (range) Koefisien Permeabilitas dan Metod yang dianjurkan	9
Tabel 4.1 Data Ketinggian Tailing Maksimum	21
Tabel 4.2 Data Ketinggian Tailing Rata-rata	22
Tabel 4.3 Data Ketinggian Tailing Simulasi	23
Tabel 4.4 Tabel Hasil Rekapitulasi <i>Output</i> Elevasi Rata-rata.....	30
Tabel 4.5 Tabel Hasil Rekapitulasi <i>Output</i> Elevasi Maksimum.....	32
Tabel 4.6 Tabel Hasil Rekapitulasi <i>Output</i> Elevasi Simulasi	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Test Laboratorium Tinggi-Konstan	6
Gambar 2.2 Test Laboratorium Tinggi-Jauh	7
Gambar 2.3 Garis Phreatic Surface Berdasarkan Waktu dan Nilai σ_{Inks}	10
Gambar 2.4 Definisi Garis Aliran dan Garis Ekpotensial	11
Gambar 2.5 Gambar Jaringan Aliran yang Lengkap	11
Gambar 2.6 Jaringan Aliran dibawah Bendungan	12
Gambar 2.7 Flownet yang Mengilustrasikan Definisi Perhitungan Debit.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Program SEEP/W	18
Gambar 4.1 Kawasan Modified Ajkwa Deposition Area (Mod-Ada)	19
Gambar 4.2 Denah Lokasi Modified Ajkwa Deposition Area (Mod-Ada) ...	24
Gambar 4.3 Penampang Melintang Tanggul Zona 1	25
Gambar 4.4 Penampang Melintang Tanggul Zona 2	25
Gambar 4.5 Penampang Melintang Tanggul Zona 3	25
Gambar 4.6 Penampang Melintang Tanggul Zona 4	26
Gambar 4.7 Potongan Memanjang Tanggul Barat (Mod-Ada)	28
Gambar 4.8 Contoh <i>Output</i> Pemodelan Gerakan Air dan Debit Rembesan pada MA 50 Zona 1	29
Gambar 4.9 Contoh <i>Output</i> Pemodelan Gerakan Air dan Debit Rembesan pada MA 120 Zona 2	31
Gambar 4.10 Contoh <i>Output</i> Simulasi pada Zona 4	33
Gambar 4.11 Garis-garis Rembesan Pada Tanggul Zona 2	35
Gambar 4.12 Perbandingan Debit Maksimum, Debit Minimum dan Debit Rata-rata Pada Setiap Zona	36
Gambar 4.13 Perbandingan Tinggi Tailing Terhadap Debit pada Elevasi Tailing Rata-rata	36
Gambar 4.14 Perbandingan Debit Maksimum, Debit Minimum dan Debit Rata-rata Pada Setiap Zona	37
Gambar 4.15 Perbandingan Tinggi Tailing Terhadap Debit pada Elevasi Tailing Maksimum	38
Gambar 4.16 Debit Terbesar pada Masing-masing Zona	38

Gambar 4.17 Debit Terkecil pada Masing-masing Zona	39
Gambar 4.18 Perbandingan Debit pada Setiap Zona dengan Data Simulasi ..	39
Gambar 4.19 Perbandingan Debit Terhadap Data Elevasi Tailing Simulasi ..	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Elevasi Tailing

Lampiran 2 Penampang Memanjang Tanggul Barat

Lampiran 3 Data Bor log

Lampiran 4 Output Program SEEP/W

Lampiran 5 Surat Jalan

Lampiran 6 Kartu ACC

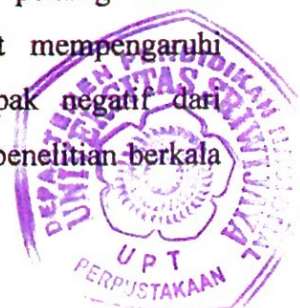
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya tanggul dibangun untuk penyimpanan air. Normalnya simpanan air tersebut dapat dimanfaatkan untuk cadangan air, mengontrol aliran, dan pembangkit listrik. Dewasa ini konstruksi tanggul dirancang dan dibuat lebih ekonomis dan lebih aman dibandingkan konstruksi tanggul terdahulu. Kegagalan dari tanggul dapat diakibatkan oleh rembesan, *piping*, ketidakstabilan pondasi, perubahan bentuk, kemerosotan dan gempa bumi. Untuk menghindari kegagalan tanggul akibat rembesan, penurunan dan *piping*, penelitian sebelum dan sesudah pembangunan sangat diperlukan. Selama proses pembangunan tanggul, penelitian terhadap *deformation* dan tekanan air pori dilakukan secara menerus meskipun normalnya penelitian terhadap rembesan setelah konstruksi dilakukan. Tanpa adanya observasi, ada kemungkinan tanggul mengalami kegagalan, hal ini dapat berdampak hilangnya nyawa dan kerusakan material yang besar akibat lepasnya air dalam skala besar, sering terjadi karena tanpa adanya peringatan dini. Ada beberapa penyebab kegagalan tanggul, rembesan atau *seepage* menjadi salah satu penyebab yang paling berbahaya terhadap kegagalan tanggul. Baru-baru ini, upaya untuk mengembangkan cara efektif untuk mendeteksi, memosisikan dan memetakan rembesan yang melalui tanggul telah ditemukan. Hasil tersebut dapat dimanfaatkan guna meminimalisir rembesan dan mengontrol rembesan, sehingga meningkatkan faktor keamanan dari suatu tanggul. Walaupun banyak ahli dibidang geoteknik, namun dalam hal merancang tanggul merupakan hal yang sulit. Hal tersebut diakibatkan dari ketidakpastian sifat tanah dari tanggul tersebut, rumitnya jaringan rembesan yang melewati tanggul, sulitnya menemukan nilai FK yang sesuai, dan konsekuensi yang serius akan kegagalan.

Pada sistem pengoperasian tanggul sisa tambang, yang berfungsi sebagai pengontrol aliran tailing, yang berada di dataran rendah Ajkwa, PT. Freeport Indonesia, Timika Papua, faktor kestabilan pada tanggul menjadi prioritas penting dalam pelaksanaannya. Rembesan pada tanggul dikhawatirkan dapat mempengaruhi kestabilan tanggul. Oleh karena itu, untuk menghindari dampak negatif dari kegagalan dalam pengoperasian tanggul tersebut, perlu dilakukan penelitian berkala



mengenai pola rembesan yang terjadi pada tanggul tersebut. Dengan diketahuinya pola rembesan diharapkan dapat mengoreksi tanggul yang telah direncanakan dan dibangun, sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan pada tanggul tersebut. Sehingga dalam penelitian tanggul disimulasikan dengan menggunakan program SEEP/W.

I.2 Perumusan Masalah

Kestabilan tanggul menjadi prioritas utama dalam sistem pengoperasian tanggul, untuk itu perlu diketahui pola rembesan yang terjadi pada tanggul tersebut. Dengan diketahuinya pola rembesan diharapkan dapat mengoreksi tanggul yang telah direncanakan dan dibangun, sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan tanggul. Seiring dengan kemajuan teknologi dalam bidang geoteknik, maka untuk mengetahui pola rembesan tanggul barat pada Modified Deposition Area (MOD-ADA), PT. Freeport Indonesia, Timika Papua, digunakanlah *numerical modeling* SEEP/W dengan input data yang diperlukan terdiri dari dimensi tanggul, muka air tanah, permeabilitas tanah dan batuan serta data log bor.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah membuat model aliran air dan menentukan debit rembesan dalam analisa jaring aliran (*flownet*) dengan menggunakan *numerical modeling* SEEP/W lokasi tanggul barat pada Modified Deposition Area (MOD-ADA), PT. Freeport Indonesia, Timika Papua.

1.4 Ruang Lingkup

1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah pada daerah penelitian adalah tanggul barat pada Modified Deposition Area (MOD-ADA), PT. Freeport Indonesia, Timika Papua.

1.4.2. Ruang Lingkup Penulisan

1. Melakukan evaluasi dan pengolahan data yang berupa data tanah sehingga didapatkan data koefisien permeabilitas tanah sebagai input program SEEP/W.
2. Menghitung dan mensimulasikan pola rembesan dengan menggunakan program SEEP/W dengan input parameter aktual hasil penelitian dan data yang selama ini digunakan oleh PT Freeport Indonesia.

3. Menghitung debit rembesan pada tanggul dengan menggunakan program SEEP/W.
4. Menentukan debit maksimum dan minimum dalam setiap zona.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi penjelasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan teknik analisis, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan mengenai pengertian tanggul. Jaringan aliran (flownet), penggambaran jaringan aliran, aliran air tanah, debit air, program seep/w dan teori-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 tentang hasil analisa rembesan tanggul barat pada Modified Deposition Area (MOD-ADA), PT. Freeport Indonesia, Timika Papua, dengan menggunakan program SEEP/W.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang diambil dari keseluruhan hasil penelitian dan juga berisi saran yang berguna untuk mengoptimalkan penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- les, Joseph E., *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Edisi kedua*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993.
- Braja M., *Mekanika Tanah Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Cetakan kedua, Jakarta, 1991.
- Slope Office, *SEEP/W for finite element seepage analysis*. version 5, Canada, 2004.
- San Teknik Sipil, *Pedoman Pelaksanaan Kerja Praktek dan Tugas Akhir*. Indralaya, 2005.
- n, John, *Seepage Modeling with SEEP/W*. First Edition, Canada, 2004.
- A, P. A. and Griffiths, D. V. 2000. Assessment Of Stability of Slopes Under Drawdown Conditions, ASCE, vol 126. No. 5, Paper No. 19604.
- S., Zhang, R., Turner, J. P., dan Xue, X. 2000. Probabilistic Slope Stability Analysis With Stochastic soil Hydraulic Conductivity, ASCE, vol 126. Paper No. 17178.
- ammed, T. A. Huat, B. B. K., Azis, A. A., Mail, O. S., Johari, M., dan Noor, M. M. 2006. Seepage Through Homogenous and Non-Homogenous Earth Dams: Comparison Between Observation and Simulation. Faculty of Engineering University Putra Malaysia.

