

**ANALISIS NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH (k)  
BERDASARKAN DATA CPT DIBAWAH TANGGUL SISA TAMBANG  
PT.FREEPORT INDONESIA**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh :

**DINY MARISKA BUMBUNGAN**

**03061001082**

**UN IVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

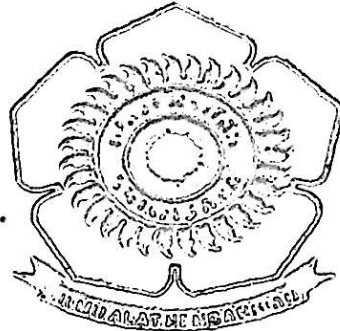
**2011**



01011/24693

**ANALISIS NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH (k)  
BERDASARKAN DATA CPT DIBAWAH TANGGUL SISA TAMBANG  
PT. FREEPORT INDONESIA**

S  
624.1573607  
Din  
a  
2011  
C. 120086.



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Oleh :

**DINY MARISKA BUMBUNGAN**

**03061001082**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2011**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : DINY MARISKA BUMBUNGAN  
NIM : 03061001082  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH (k)  
BERDASARKAN DATA CPT 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

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSetujuan LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : DINY MARISKA BUMBUNGAN  
NIM : 03061001082  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : ANALISIS NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS  
TANAH (k) BERDASARKAN DATA CPT DIBAWAH  
TANGGUL SISA TAMBANG PT FREEPORT  
INDONESIA

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal Pembimbing Utama



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

Tanggal Pembantu Pembantu

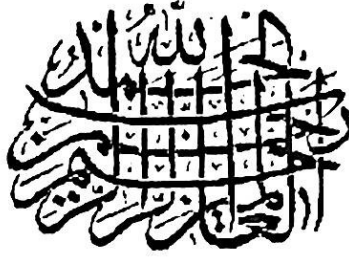


Febrian Hadinata  
NIP. 19810225 200312 1 002

Tanggal Ketua Jurusan,



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



***“Apa yang disisimu akan lenyap dan apa yang disisi Allah SWT adalah kekal. Dan sesungguhnya, kami akan memberi balasan kepada orang-orang yang sabar dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan.”***

**(QS. An Nahl :96)**

***“Sesungguhnya setelah kesukaran pasti ada kemudahan”.***

**(QS. Al Insyiroh ayat 5-6)**

***Manusia yang paling lemah ialah orang yang tidak mampu mencari teman. Namun yang lebih lemah dari itu ialah orang yang mendapatkan banyak teman tetapi menyia-nyiakannya. (Ali bin Abu Thalib)***

**Kupersembahkan untuk :**

**Mama dan Papa yang Kusayangi  
Karena semua kasih sayangnya  
padaku...**

**Saudara-saudaraku  
Yodhi dan Dian  
Yang aku sayangi**

**Pieces of my heart....  
My lovely Emond**

**Almamaterku,  
Civil Engineering**

# ANALISIS NILAI KOEFISIEN PERMEABILITAS TANAH ( k ) BERDASARKAN DATA CPT PADA TANGGUL SISA TAMBANG PT.FREEPORT INDONESIA

## ABSTRAK

Tanggul atau dikenal dengan nama levee, dike, embankment, merupakan semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. Biasanya terbuat dari tanah dan seringkali dibangun sejajar dengan badan sungai atau pantai. Tujuan utama dibangun tanggul adalah untuk mencegah banjir di dataran yang dilindunginya. Tanggul juga dibuat untuk membentuk batasan perlindungan untuk suatu area yang tergenang . Posisi tanggul selalu berada diatas tanah dan tanah yang berada di bawah tanggul terdiri dari beberapa lapisan dan tentu akan mempunyai nilai koefisien permeabilitas tanah (k) yang bervariasi. Dengan kondisi tanah yang berlapis – lapis dan berbeda – beda jenis kemungkinan mempunyai tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana tanah longsor dan terganggunya stabilitas lereng. Untuk mengantisipasi masalah tersebut dilakukan analisis terhadap nilai koefisien permeabilitas tanah ( k ) yang mempunyai perananan penting dalam masalah geoteknik, termasuk dalam menentukan rembesan, nilai penurunan dan stabilitas lereng

Untuk mengetahui jenis tanah dibawah tanggul dan mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah (k) dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa program *software* pengklasifikasian tanah yaitu Soil-CPT, Soil-SPT, NovoCPT, NovoSPT, LPD-CPT. Pada penelitian ini digunakan *software* Soil-CPT. *Software* Soil CPT adalah *software* yang dikembangkan berdasarkan 5 metode klasifikasi tanah, yaitu Metode Probability Region Estimation (1999), Metode Fuzzy Logic (1999), Metode Scherthmann (1978), Metode Robertson (1986) dan Metode Douglas Olsen (1981). Kelima metode klasifikasi tanah tersebut merupakan metode-metode yang diteliti dan dikembangkan berdasarkan data-data uji CPT di Amerika (*American soil*). Kemudian hasil dari pengolahan data melalui Soil CPT tersebut di lakukan pendekatan berdasarkan klasifikasi tanah berdasarkan USCS untuk mendapatkan nilai k.

Berdasarkan hasil output 3 metode klasifikasi tanah yaitu Metode Scherthmann (1978), Metode Robertson (1986) dan Metode Douglas Olsen (1981) dapat dilihat bahwa keadaan tanah di bawah tanggul barat PT.Freeport Indonesia terdiri dari beberapa lapisan. Kemudian hasil dari pengolahan data melalui Soil CPT tersebut di lakukan pendekatan nilai koefisien permeabilitas tanah ( k ) berdasarkan klasifikasi tanah berdasarkan USCS didapatkan nilai k yang bervariasi dengan jenis tanah yang dominan di bawah tanggul sisa tambang adalah ( SM) – SP atau pasir kelanauan dengan nilai koefisien permeabilitas (k)  $10^{-3}$ - $10^{-6}$ .

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat guna mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Karena pengetahuan dan pengalaman penulis yang sangat terbatas, penulis yakin bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak tugas akhir ini tidak dapat diselesaikan. Maka, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu, terutama kepada :

1. Bapak Ir. Yakni Idris, MSc. MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
2. Bapak Budhi Setiawan S.T.,M.T. P.hd selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
3. Ibu Ratna Dewi S.T.,M.T. selaku Pembimbing Utama dan Bapak Febrian Hadinata S.T.,M.T, selaku Pembimbing Pembantu.
4. Ibu Yulia Hastuti S.T , atas bimbingan, saran, dan semangat.
5. Bapak Ir. Dinar Dwi Anugrah Putranto M.Sc., M.SPj selaku pembimbing akademik.
6. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
7. Seluruh Staf Adminitrasi ( Yuk Tini, Kak A'ang, Kak Junai ,Yuk Dian,Yuk Deli, Kak Rudi, Kak Sopan dan Pak Sam) Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Terima kasih atas bantuannya.
8. Teman-teman Sonicers 2006 ( Diah, Adit, Danang, Danar, Retno, Alvin dan Paisal ) + adik-adik sonicers 2007 yang telah banyak memberikan banyak bantuan.
9. Teman-teman Seperjuangan( Nyai, Enny, Henny, Galih, Riska, Adam, Harry, Dani, Uni, Deka, Gita, Titin) yang telah banyak memberikan banyak bantuan.
10. Teman – teman angkatan 2006 yang tidak bis disebutkan satu persatu yang banyak memberikan masukan dan pendapat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

11. Adik - adik angkatan 2007, 2008 dan 2009 yang tidak bis disebutkan satu persatu yang banyak memberikan masukan dan pendapat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Semoga Allah SWT akan membalas semua kebaikan atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Bagi penulis, tugas akhir ini merupakan titikawal perjuangan penulis untuk menjalani kehidupan yang lebih baik dimasa yang akan datang.

Akhirnya penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya, karena itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun akan diterima dengan senang hati. Akhir kata semoga Lapoan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin

Palembang, Februari 2011

Penulis



## DAFTAR ISI

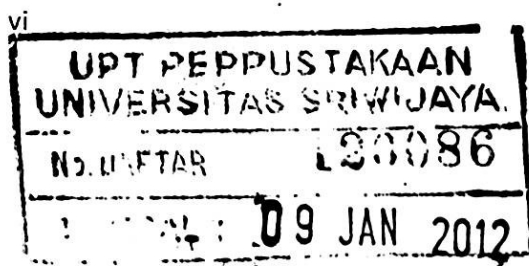
|                           |    |
|---------------------------|----|
| HALAMAN JUDUL .....       |    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....  |    |
| HALAMAN PERSETUJUAN ..... |    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN ..... | iv |
| ABSTRAK .....             | v  |
| DAFTAR ISI .....          | vi |
| DAFTAR TABEL .....        | ix |
| DAFTAR GAMBAR.....        | x  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....     | xi |

|  |          |
|--|----------|
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>           | <b>1</b> |
| 1.1. Latar Belakang .....                | 1        |
| 1.2. Perumusan Masalah .....             | 2        |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....             | 2        |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....      | 2        |
| 1.5. Rencana Sistematika Penulisan ..... | 2        |

|   |          |
|---|----------|
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                        | <b>4</b> |
| 2.1. Tanggul .....  | 4        |
| 2.2. Tanah .....  | 5        |
| 2.3. Sistem Klasifikasi Tanah.....                          | 6        |
| 2.3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....               | 7        |
| 2.3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....             | 9        |
| 2.4. Cone Penetration Test (CPT) .....                      | 10       |
| 2.5. Program Soil CPT .....                                 | 11       |
| 2.5.1 Metode Klasifikasi Tanah Schmertmann (1978) .....     | 12       |
| 2.5.2 Metode Klasifikasi Tanah Douglas & Olsen (1981) ..... | 13       |
| 2.5.3 Metode Klasifikasi Tanah Robertson (1986) .....       | 14       |
| 2.6. Running <i>Software</i> Soil CPT .....                 | 15       |
| 2.7. Permeabilitas Tanah .....                              | 15       |
| 2.7.1 Penentuan Koefisien Permeabilitas.....                | 18       |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>          | <b>23</b> |
| 3.1. Umum.....                                      | 16        |
| 3.2. Studi Literatur.....                           | 24        |
| 3.3. Pengumpulan Data .....                         | 24        |
| 3.4. Pengolahan Data dengan Software Soil CPT ..... | 24        |
| 3.5. Analisa Data .....                             | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL .....</b>                    | <b>29</b> |
| 4.1. Gambaran Wilayah.....                                  | 29        |
| 4.2. Data Sondir ( CPT ) Pada Lokasi Penelitian .....       | 31        |
| 4.3. Analisa Jenis Tanah dengan Program Soil CPT.....       | 32        |
| 4.3.1 Input Program Soil CPT.....                           | 32        |
| 4.3.2 Output Program Soil CPT.....                          | 32        |
| 4.3.3 Rekapitulasi Output Jenis Tanah Program Soil CPT..... | 35        |



|                            |  |           |
|----------------------------|--|-----------|
| 4.4                        | Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas ( k ).....                        | 38        |
| 4.4.1                      | Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas ( k ) pada Kedalaman 0-10 m.....  | 40        |
| 4.4.2                      | Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas ( k ) pada Kedalaman 10-20 m..... | 40        |
| 4.4.3                      | Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas ( k ) pada Kedalaman 20-30 m..... | 41        |
| 4.4.4                      | Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas ( k ) pada Kedalaman 30-40 m..... | 41        |
| 4.5.                       | Analisis dan Pembahasan Hasil.....                                       | 42        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b> |  | <b>43</b> |
| 5.1.                       | Kesimpulan .....   | 43        |
| 5.1.                       | Saran .....  | 43        |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Klasifikasi Tanah USCS ( <i>Unified Soil Classification System</i> ).....  | 8  |
| Tabel 2.2 | <i>CPT correlation Robertson et al chart base on USCS Classification</i> .....   | 15 |
| Tabel 2.3 | Klasifikasi Tanah USCS ( <i>Unified Soil Classification System</i> )<br>beserta nilai Koefisien Permeabilitas Tanah ( $k$ )..... | 22 |
| Tabel 4.1 | Data Kedalaman dan Lokasi Titik Sondir ( CPT).....   | 31 |
| Tabel 4.2 | Tabel Rekapitulasi Jenis Tanah dari Program Soil CPT.....  | 35 |
| Tabel 4.3 | Tabel Rekapitulasi Jenis Tanah dan Nilai Koefisien<br>Permeabilitas Tanah ( $k$ ).....   | 38 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Penetrometer Kerucut dan Hasil Pengukuran.....  | 11 |
| Gambar 2.2  | Grafik metode klasifikasi tanah Schmertmann .....   | 12 |
| Gambar 2.3  | Grafik metode klasifikasi tanah Douglas & Olsen.....  | 13 |
| Gambar 2.4  | Grafik metode klasifikasi tanah Robertson et al.....  | 14 |
| Gambar 2.4  | Grafik daerah untuk batas- batas probabilitas untuk masing-masing jenis tanah.....  | 12 |
| Gambar 2.5  | Rembesan Air di dalam Tanah Akibat<br>Gradien Hidrolik.....   | 16 |
| Gambar 2.6  | Skema Pengujian <i>Constant Head</i> .....  | 18 |
| Gambar 2.7  | Skema Pengujian <i>Falling Head</i> .....   | 19 |
| Gambar 2.8  | Akifer Bebas ( Unconfined Aquifer ).....  | 20 |
| Gambar 2.9  | Skema Pengujian Lapangan Akifer Bebas.....  | 20 |
| Gambar 2.10 | Akifer Terkekang (Confined Aquifer ).....   | 21 |
| Gambar 2.11 | Skema Pengujian Lapangan Akifer Terkekang.....  | 21 |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Rencana Penelitian.....  | 23 |
| Gambar 3.2  | Tampilan Utama Program Soil-CPT.....  | 24 |
| Gambar 3.3  | Tampilan Input Satuan dan <i>Number of Title Lines</i> .....  | 25 |
| Gambar 3.4  | Tampilan Input Data Sondir.....   | 26 |
| Gambar 3.5  | Tampilan Informasi Data.....  | 26 |
| Gambar 3.6  | Tampilan Output Profil CPT.....   | 27 |
| Gambar 3.7  | <i>Output</i> CPT data dan jenis lapisan tanah dari tiga<br>metode klasifikasi tanah (Feature of Louisiana Soil<br>Classification by Cone Penetration Test Program..... | 27 |
| Gambar 3.8  | Diagram alir program Soil CPT.....  | 28 |
| Gambar 4.1  | Kawasan Modified Ajkwa Deposition Area (Mod-ADA).....   | 29 |
| Gambar 4.2  | Peta wilayah Kontrak Karya<br>PT. Freeport Indonesia.....   | 30 |
| Gambar 4.3  | Tampilan Input Profil CPT.....  | 31 |
| Gambar 4.4  | Tampilan Output Profil CPT.....   | 33 |
| Gambar 4.5  | Tampilan Output Metode <i>Schertmann</i> .....  | 33 |
| Gambar 4.6  | <i>Output</i> CPT data dan jenis lapisan tanah dari lima metode klasifikasi<br>tanah (Feature of Louisiana Soil Classification by Cone Penetration Test<br>Program..... | 29 |
| Gambar 4.7  | Gambar 4.7 Grafik hubungan kedalaman titik sondir<br>terhadap Klasifikasi Tanah berdasarkan Metode Robertson.....   | 37 |
| Gambar 4.8  | Grafik hubungan kedalaman titik sondir terhadap<br>Klasifikasi Tanah Berdasarkan Metode Scherthmann.....  | 37 |
| Gambar 4.9  | Grafik nilai koefisien permeabilitas (k) pada kedalaman 0 – 10 m.....   | 40 |
| Gambar 4.10 | Grafik nilai koefisien permeabilitas (k) pada kedalaman 10 – 20 m.....  | 40 |
| Gambar 4.11 | Grafik nilai koefisien permeabilitas (k) pada kedalaman 20 – 30 m.....  | 41 |
| Gambar 4.12 | Grafik nilai koefisien permeabilitas (k) pada kedalaman 30 – 40 m.....  | 41 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanggul atau dikenal dengan nama levee, dike, embankment, merupakan semacam tembok miring baik buatan maupun alami, dipergunakan untuk mengatur muka air. Biasanya terbuat dari tanah dan seringkali dibangun sejajar dengan badan sungai atau pantai. Tujuan utama dibangun tanggul adalah untuk mencegah banjir di dataran yang dilindunginya. Tanggul juga dibuat untuk membentuk batasan perlindungan untuk suatu area yang tergenang .

Posisi tanggul selalu berada diatas tanah dan tanah yang berada di bawah tanggul terdiri dari beberapa lapisan dan tentu akan mempunyai nilai koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ) yang bervariasi. Dengan kondisi tanah yang berlapis – lapis dan berbeda – beda jenis kemungkinan mempunyai tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana tanah longsor dan terganggunya stabilitas lereng. Untuk mengantisipasi masalah tersebut dilakukan analisis terhadap nilai koefisien permeabilitas tanah (  $k$  ) yang mempunyai perananan penting dalam masalah geoteknik, termasuk dalam menentukan rembesan, nilai penurunan dan stabilitas lereng

Untuk mengetahui jenis tanah dibawah tanggul dan mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ) dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa program *software* pengklasifikasian tanah yaitu Soil-CPT, Soil-SPT, NovoCPT, NovoSPT, LPD-CPT. Pada penelitian ini digunakan *software* Soil-CPT. *Software* Soil CPT adalah *software* yang dikembangkan berdasarkan 5 metode klasifikasi tanah, yaitu Metode Probability Region Estimation (1999), Metode Fuzzy Logic (1999), Metode Scherthmann (1978), Metode Robertson (1986) dan Metode Douglas Olsen (1981). Kelima metode klasifikasi tanah tersebut merupakan metode-metode yang diteliti dan dikembangkan berdasarkan data-data uji CPT di Amerika (*American soil*). Kemudian hasil dari pengolahan data melalui Soil CPT tersebut dilakukan pendekatan berdasarkan klasifikasi tanah berdasarkan USCS untuk mendapatkan nilai  $k$ . Berdasarkan hal tersebut maka penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah (  $k$  ) yang berada di bawah tanggul.

## 1.2. Perumusan Masalah

Untuk mendapatkan nilai koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ) dibawah tanggul dengan menggunakan data uji sondir (CPT). Data uji sondir (CPT) digunakan untuk mengetahui jenis tanah pada lapisan dibawah tanggul. Setelah jenis tanah diketahui didapatkan nilai koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ).

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah ( $k$ ) berdasarkan jenis tanah yang didapatkan dari data hasil uji sondir (CPT).

## 1.4. Ruang Lingkup

### 1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah pada penelitian ini adalah daerah *West Levee* sisa tambang PT. Freeport Indonesia

### 1.4.2. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya untuk mengetahui koefisien permeabilitas ( $k$ ) berdasarkan jenis tanah yang didapatkan dari data uji sondir.

## 1.5. Rencana Sistematika Penulisan

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

## BAB I PENDAHULUAN

Berisi penjelasan mengenai alasan mengapa perlu menganalisa ukuran butiran tanah, 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 tanah, uji penetrasi, klasifikasi tanah, *software* Soil CPT beserta 3 metode pendekatan klasifikasi tanah.

### BAB III METODOLOGI

Berisi prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur sampai didapatkan kesimpulan hasil penelitian.

### BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi jenis – jenis tanah berdasarkan *output software* Soil CPT dari 3 model klasifikasi . Dari jenis – jenis tanah tersebut dapat ditentukan koefisien permeabilitas (  $k$  ) berdasarkan klasifikasi USCS.

### 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.

Selain berisikan kelima bab tersebut di atas, laporan ini juga dilengkapi dengan kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar pustaka, dan lampiran yang digunakan dalam menyusun laporan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M., *Mekanika Tanah Jilid I*. Penerbit Erlangga, Cetakan Kedua, 1991
- Djarwanti.Noegroho, *Komparasi Koefisien Permeabilitas ( k ) Pada Tanah Kohesif*. Media Teknik Sipil ,2008
- Fellenius, B. H., and Eslami, A., Soil profile interpreted from CPTu data. *Proceedings of Geotechnical Engineering Conference*, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 2000
- Gui,Shengxiang, *Probalistic Slope Stability Analysis With Stochastic Soil Hydraulic Conductivity*, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2000
- Head, K.H. *Manual of Soil Laboratory Testing Volume 2*,Pentech Press,1981
- Kh, Sunggono Ir, Buku Teknik Sipil , NOVA, Bandung, 1995
- Kofi, Fred, *Hydraulic Conductivity of Soils From Grain Size* , Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2000
- Robertson, P. K., Soil classification using the cone penetration test. *Canadian Geotechnical Journal*, 1990
- Sosrodarsono, Suyono Ir, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramita, Cetakan Ke-Tujuh, Jakarta,2000