

TUGAS AKHIR

**PREDIKSI PENURUNAN TANAH TIMBUNAN PADA PERBAIKAN
TANAH LUNAK DENGAN *PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*
(PVD)STUDI KASUS :PROYEK PEMBANGUNAN BANDARA AHMAD
YANI, SEMARANG**

*(Prediction of Ground Settlement of the Improved Embankment with
Prefabricated Vertical Drain (PVD) in Soft Soil
Case Study : Ahmad Yani Airport Project, Semarang)*



**Disusun oleh :
SISWOKO ADI SAPUTRO
20120110155**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2016**

HALAMAN MOTTO

Mulailah mengerjakan apa yang perlu, kemudian lakukan apa yang bisa dikerjakan, dan tiba-tiba saja Anda akan mampu mengerjakan apa yang tidak mungkin Anda kerjakan

(St. Fransiskus)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)

Jangan biarkan apa yang tidak dapat Anda lakukan mengganggu apa yang bisa Anda lakukan

(John Wooden)

Berfokuslah pada hal-hal yang dapat Anda lakukan hari ini

(Anonim)

Terimalah kegagalan sebagai harga kesuksesan hari ini dan tetaplah berusaha untuk maju

(Anonim)

Bersedialah menangani masalah sulit hari ini, walaupun besar kemungkinan Anda akan gagal.

(Anonim)

Waktu adalah nafas bagi mereka yang berpikir keras

(Anonim)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk Ibunda tercinta, Lestari yang selalu sabar mendidik dan merawatku dari kecil sampai dewasa seperti ini, iringan do'a dan nasehatmu yang selalu engkau berikan. Terima kasih untuk segala hal yang engkau lakukan untuk putramu ini.

Untuk kakakku, Ayu Permatasari yang selalu memberikan semangat dan nasehat kepada adekmu ini untuk selalu berusaha mewujudkan impianku.

Untuk saudara-saudariku, Pandu Arioko Putra, Indra Ariani yang menjadi sahabat sekaligus saudara yang telah mau berbagi banyak hal baik suka maupun duka ketika menempuh jenjang sarjana ini, terima kasih telah menjadi saudara di tanah perantauan ini.

Untuk sahabat-sahabatku, Yayat Kusumahadi, Dwi Agrina, Rizki Maretia Novi Barus, Muhammad Nur Ikhsan, Ahmad Hambali, Rizky Eko Astafa, Dinda Fardila, Sari Yusira, Tridana Pamungkas, Ayu Ainun Nisa, Marilda Azka Azzahra, Ahmad Malika Mulki dan sahabat-sahabatku yang lain yang tidak bisa disebut satu persatu, yang bersedia berbagi canda tawa, keluh kesah dan motivasinya selama berjuang menjadi mahasiswa di kampus ini. Terim kasih sudah menjadi orang yang luar biasa di kehidupanku.

Untuk seluruh kawan-kawan Teknik Sipil UMY khususnya angkatan 2012 yang tak bisa disebutkan namanya satu persatu, semoga sukses menggapai impian kalian.

Untuk seluruh kawan-kawan Paduan Suara Mahasiswa Sunshine Voice UMY, terima kasih telah menjadi tempat dengan suasana dan iklim yang berbeda dan menjadi sumber kebahagiaan tersendiri ketika bersama kalian

LEMBAR UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih saya sampaikan sebanyak-banyaknya kepada seluruh karyawan

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL



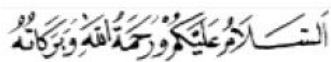
GEOSISTEM

Khususnya kepada
Bapak Ir. Wahyu P. Kuswanda
Sebagai Direktur PT. Teknindo Geosistem Unggul

Atas ijinnya memberikan data Proyek Perbaikan Tanah pada Pembangunan Bandara Ahmad Yani Semarang dengan lengkap, sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai harapan.

Semoga hasil dari penelitian Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penyusun ucapkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini sebagaimana mestinya. Sholawat serta salam penyusun ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga serta sahabat-sahabatnya yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan seperti sekarang ini. Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan studi dalam menempuh pendidikan jenjang S-1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, kritik dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik, diantaranya :

1. Bapak Jaza'ul Ikhsan, ST., MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Anita Widianti, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Agus Setyo Muntohar, ST., M. Eng. Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan koreksi dalam pembuatan laporan ini.
4. Ibu Willis Diana, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan koreksi dalam pembuatan laporan ini.
5. Bapak Edi Hartono, ST., MT., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir
6. Bapak Ir. Wahyu P. Kuswanda, selaku Direktur PT. Teknindo Geosistem Unggul yang telah mendukung penelitian ini dengan memberikan data proyek yang lengkap.

7. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penyusun, dan semoga dapat bermanfaat serta menjadi amal jariyah bagi kita semua.
8. Seluruh Staff Tata Usaha, Karyawan dan Laboran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
9. Kedua Orang Tua tercinta yang selalu memberi do'a, motivasi, dan dukungan baik secara moral maupun materiil.
10. Sahabat-sahabat penyusun, Yayat Kusumahadi, Dwi Agrina, Rizki Maretia Novi Barus, Pandu Arioko Putra, Ahmad Hambali, Rizky Eko Astafa, Endra Aji, Dinda Fardila, Indra Ariani, Sari Yusira, Rahmadika Arizal Nugraha, Tridana Pamungkas, Marilda Azka Azzahra, Ayu Ainun Nisa, Ahmad Malika Mulki, yang bersedia berbagi canda tawa, keluh kesah dan motivasinya.
11. Teman-teman Teknik Sipil 2012 dan 2013 serta Teman-teman Paduan Suara Mahasiswa Sunshine Voice Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan saran, nasehat, bantuan, dukungan, dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun ungkapkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, dukungan, dan do'anya.

Penyusun menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar dapat menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat digunakan sebagai bahan kajian studi dalam bidang Teknik Sipil dan bermanfaat terutama bagi kelanjutan studi penyusun, Aamiin.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Maret 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
LEMBAR UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	
A. LatarBelakang	Error! Bookmark not defined.
B. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
C. Tujuan	Error! Bookmark not defined.
D. Ruang Lingkup	Error! Bookmark not defined.
E. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Konsolidasi Tanah	Error! Bookmark not defined.
B. Perbaikan Tanah Lunak dengan <i>Preloading</i> dan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	Error! Bookmark not defined.
C. Parameter Material	Error! Bookmark not defined.
D. Pemodelan Numerik <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	Error! Bookmark not defined.
E. Analisa Penurunan Metode Observasi Asaoka untuk Prediksi Penurunan Tanah	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
B. Pemodelan Numerik	Error! Bookmark not defined.
C. Pemodelan Material Tanah dan PVD	Error! Bookmark not defined.
D. Tahapan Simulasi	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Penurunan Akhir Berdasarkan Metode Asaoka	Error! Bookmark not defined.
B. Perilaku Penurunan Hasil Pemodelan Numerik	Error! Bookmark not defined.
C. Penurunan Akhir Berdasarkan Pemodelan Numerik	Error! Bookmark not defined.
D. Pengaruh nilai permeabilitas dalam pemodelan	Error! Bookmark not defined.
E. Pengaruh Parameter Material Tanah dalam Pemodelan	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
B. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1.Hubungan dengan parameter <i>Cam-clay</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2.Parameter PVD	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1.Rangkuman hasil penyelidikan laboratorium tanah dari titik BM-03 dan BM-04.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2.Data Parameter Tanah Timbunan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3.Parameter tanah pada pemodelan numerik ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4.Parameter PVD pada pemodelan numerik ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1.Persentase rasio penurunan akhir hasil prediksi dan data lapangan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2.Variasi nilai k dalam pemodelan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3.Prediksi penurunan akhir dengan pemodelan numerik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4.Persentase perbandingan waktu untuk mencapai tekanan air pori minimum hasil pemodelan dan kondisi aktual	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5.Perbandingan prediksi penurunan pada pemodelan pertama dan kedua	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Halaman

- Gambar 2.1. Hubungan logaritmik antara regangan volumetrik dan tegangan rata-rata (Brinkgreve dkk, 1998). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Konsep ilustrasi PVD dan Ekuivalen Diameter Drainase (Indraratna dkk, 2005). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Konversi axisimetrik bentuk PVD ke model *plane strain* (Indraratna, dkk. 2005). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Penurunan tanah di titik tengah dari timbunan (Stahananthan, 2005) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Perbandingan kurva penurunan (Chai, dkk 2001) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Prosedur analisis data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan (Asaoka, 1987). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Prediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka (Asaoka, 1987). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Denah titik bor dan *settlement plate*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Profil tanah sepanjang potongan A-A. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Bentuk penampang timbunan dan PVD beserta instrumentasi
(Sumber : PT. Teknindo Geosistem Unggul, 2012-2013). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Tampilan model setelah diberikan kondisi batas pada tepi dan bawah. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Tampilan mesh berbentuk jalin-jaring segitiga. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6. Jendela *initial condition* untuk *water pressure generation*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7. Tampilan *pore water pressure*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8. Jendela *initial conditions* untuk *intial stress generation*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9. Tampilan *initial soil stress*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10. Grafik hubungan tinggi timbunan dan waktu. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11. Tampilan penentuan jenis perhitungan analisis konsolidasi. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.12. Tampilan penentuan waktu dan tahap kontruksi. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.13. Tampilan pengaktifan tahapan timbunan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.14. Tampilan pembuatan tahap selanjutnya. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.15. Tampilan pemilihan titik untuk kurva (*select point for curve*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.16. Tampilan proses perhitungan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Estimasi penurunan akhir dengan metode Asaoka pada titik SP-13. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2. Estimasi penurunan akhir dengan metode Asaoka pada titik SP-14. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Estimasi penurunan akhir dengan metode Asaoka pada titik SP-15. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4. Estimasi penurunan akhir dengan metode Asaoka pada titik SP-16. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5. Kurva penurunan terhadap waktu hasil pemodelan pada titik SP-13. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6. Kurva penurunan terhadap waktu hasil pemodelan pada titik SP-14. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7. Kurva penurunan terhadap waktu hasil pemodelan pada titik SP-15. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8. Kurva penurunan terhadap waktu hasil pemodelan pada titik SP-16. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9. Hubungan RMSD dengan variasi nilai k. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10. Prediksi waktu untuk mencapai tekanan air pori minimum pada pemodelan numerik di titik SP-13, SP-14, SP-15 dan SP-16. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11. Hubungan nilai k dengan waktu. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12. Kurva penurunan terhadap waktu hasil pemodelan pada titik SP-14 dengan parameter tanah BM-04. **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar *Lay Out* Proyek

Lampiran 2 Gambar *Lay Out* Instrumentasi

Lampiran 3 Data Pengamatan Settlement Plate

Lampiran 4 Data Pengamatan Piezometer