

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENURUNAN (*SETTLEMENT*) TANAH LUNAK
DENGAN *PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN* (PVD)
MENGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 2D 2012
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN PORT COAL TERMINAL,
DI LUBUK TUTUNG, KALIMANTAN TIMUR)**

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



Disusun oleh :

Nama : Rudiansyah


Nim : 41111010038

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2015

 MERCU BUANA	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
--	---	---

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2014/2015

Tugas Akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Analisis Penurunan (*Settlement*) Tanah Lunak Dengan *Pre-Fabricated Vertical Drain* (PVD) Menggunakan Program Plaxis 2D 2012, Studi Kasus Pembangunan *Port Coal Terminal* di Lubuk Tutung, Kalimantan Timur.

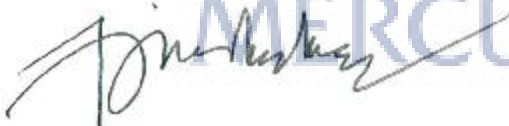
Disusun oleh :

Nama : Ruidiansyah
Nim : 41111010038
Jurusan/Program studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana pada tanggal 03 Juli 2015. :

Pembimbing Tugas Akhir 1

Pembimbing Tugas Akhir 2



DR. Ir. Pintor T. Simatupang, M.Eng



Ir. Desiana Widayanti, MT

Jakarta, 3 Juli 2015

Mengetahui,

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Zainal Abidin Shahab, MT



Ir. Mawardi Amin, MT

 UNIVERSITAS MERCU BUANA	LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
--	---	---

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rudiansyah
 Nomor Induk Mahasiswa : 41111010038
 Program studi/Jurusan : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukanlah jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar sarjana saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta,

Yang memberikan Pernyataan


6000
 ENAM RIBU RUPIAH
Rudiansyah

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik – baiknya.

Tugas Akhir dengan judul “Analisa Penurunan (*Settlement*) Dengan Program Plaxis 2D 2012 Pada Tanah Lunak Dengan Metode *Prefabricated Vertical Drain* (PVD), Studi Kasus Pembangunan *Port Coal Terminal* di Lubuk Tutung, Kalimantan Timur” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepadasesmua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT karena telah memberikan hidayah yang sebesar-besarnya pada saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan support dan doa yang tiada henti, serta dukungan fasilitas dan financial.
3. Bapak Ir. Mawardi Amin MT, selaku ketua program studi Teknik sipil Universitas Mercu Buana dan Bapak Acep Hidayat, ST, MT selaku sekretaris program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

4. Bapak Dr. Ir. Pintor T. Simatupang, M.Eng dan Ibu Ir. Desiana Vidayanti, MTselaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan skripsi penulis, selain itu juga beliau banyak memberikan kesempatan, masukan, waktu, nasehat, kritik, saran dan semangat kepada penulis selama proses pembuatan laporan Tugas Akhir ini dari awal sampai selesai.
5. Para Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmunya selama penulis menimba ilmu di Universitas Mercu Buana.
6. Seluruh jajaran staf Tata Usaha Fakultas Teknik, khususnya bapak Sukadi yang telah banyak membantu penulis.
7. Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mercu Buana angkatan 2011 yang telah membantu dan memberikan dorongan, saran, dan kritikan kepada penulis.
8. Dan pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dengan dukungan dan bantuan lainnya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Jakarta, 16 Juni 2015

Penuli

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan penelitian	I-5
1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I-6
1.4. Manfaat penelitian.....	I-7
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-7
1.6. Lisensi Perangkat Lunak	I-9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Tanah.....	II-1
2.1.1 Komposisi Tanah	II-2
2.1.2 Klasifikasi Tanah	II-4
2.2. Penyelidikan Tanah.....	II-11
2.2.1 Pengujian Sondir.....	II-11
2.2.2 Pengeboran.....	II-12
2.3. Pengujian Laboratorium.....	II-13
2.3.1 Index Properties Tanah	II-15
2.3.2 Engineering Properties Tanah.....	II-20
2.4. Konsolidasi.....	II-23
2.4.1. Pemampatan Awal, Konsolidasi Primer, dan Sekunder	II-24
2.5. Metode Perbaikan Tanah.....	II-33
2.5.1. Stabilisasi Tanah (<i>Soil Stabilization</i>)	II-33
2.5.2. Penggantian Material	II-33
2.5.3. Pemadatan (<i>Compaction</i>).....	II-34
2.5.4. Pra Pembebanan (<i>Pre Loading</i>)	II-35

2.5.5.	Pengaliran (<i>Drainase</i>).....	II-35
2.5.6.	Penyuntikan (<i>Grouting</i>)	II-35
2.5.7.	Penggunaan Geotextile	II-35
2.6.	<i>Preloading</i>	II-36
2.7.	<i>Prefabricated Vertical Drains (PVD)</i>	II-39
2.7.1	Teori dan Perencanaan <i>Vertical Drains</i>	II-41
2.7.2	Diameter Zona Pengaruh Drain	II-44
2.8.	Program Plaxis	II-49
2.9.	Pemodelan Material Tanah pada Program Plaxis	II-50
2.9.1.	Model <i>Mohr Coulomb</i>	II-50
2.9.2.	Model <i>Soft Soil</i>	II-51
2.9.3.	Model <i>Hardening Soil</i>	II-52
2.9.4.	Model <i>Soft Soil Creep</i>	II-53
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1.	Objek Penelitian	III-1
3.2.	Lokasi Proyek.....	III-1
3.3.	Data Penyelidikan Tanah	III-2
3.4.	Pengumpulan Data	III-4
3.5.	Diagram Alir Penelitian	III-5
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS.....		IV-1
4.1.	Pendahuluan.....	IV-1
4.2.	Pemodelan Tanah.....	IV-2
4.2.1.	Model <i>Mohr Coulomb</i>	IV-4
4.2.2.	Model <i>Soft Soil</i>	IV-5
4.2.3.	Model <i>Soft Soil Creep</i>	IV-6
4.2.4.	Model <i>Hardening Soil</i>	IV-7
4.3.	Analisa Vertical Drain.....	IV-9
4.4.	Metode Pelaksanaan.....	IV-11
4.4.1.	Metode <i>Preloading</i>	IV-11
4.4.2.	Metode Kombinasi <i>Preloading</i> dengan <i>Vertical Drains</i>	IV-12
4.5.	Analisa dengan Program Plaxis.....	IV-16
4.5.1.	Input Plaxis (<i>Plaxis Input</i>)	IV-16

4.5.2.	Perhitungan (<i>Calculation</i>).....	IV-19
4.5.3.	Keluaran Plaxis (<i>Plaxis Output</i>)	IV-27
4.6.	Hasil Analisis Penurunan (<i>Settlement</i>) Dengan Metode Manual	IV-43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Bab II

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah sistem AASHTO	II-6
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah sistem AASHTO	II-7
Tabel 2.3 Klasifikasi tanah sistem UNIFIED (<i>Hary Christady, 2002</i>).....	II-10
Tabel 2.4 Hubungan Antara Konsistensi Tanah dengan Tekanan Konus dan Undrained Cohesion (<i>Terzaghi et al, 1996</i>).....	II-12
Tabel 2.5 Hubungan antara N-SPT dan Properties tanah (<i>Terzaghi et al, 1996</i>)	II-13
Tabel 2.6 Standar Pengujian Untuk Tanan Secara Umum (<i>Lazarte, 2003</i>).....	II-14
Tabel 2.7 Hubungan nilai Indeks Plastisitas dengan jenis tanah menurut	II-17
Tabel 2.8 Nilai perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (<i>Bowles, 1977</i>)	II-19
Tabel 2.9 Korelasi hasil sudut geser antara SPT dan CPT pada tanah tanpa kohesi (<i>Kulhawy and Maine, 1990</i>)	II-20
Tabel 2.10 Korelasi antara hasil SPT dan CPT dan kekuatan kondisi tak terdrainase tanah berbutir halus (<i>Sumber: Kulhawy dan Maine, 1990</i>).....	II-22
Tabel 2.11 Parameter Elastis Tanah (<i>Meyerhoff, 1956</i>).....	II-22
Tabel 2.12 Korelasi dengan parameter indeks dan sejarah <i>preconsolidation</i> untuk lempung. (<i>Sumber: Kulhawy dan Maine, 1990</i>).....	II-23

Bab IV

Tabel 4.1 Kondisi <i>Undrained</i> Model <i>Mohr Coulomb</i>	IV-4
Tabel 4.2 Kondisi <i>Drained</i> Model <i>Mohr Coulomb</i>	IV-4
Tabel 4.3 Kondisi <i>Undrained</i> Model <i>Soft Soil</i>	IV-5
Tabel 4.4 Kondisi <i>Drained</i> Model <i>Soft Soil</i>	IV-6
Tabel 4.5 Kondisi <i>Undrained</i> Model <i>Soft Soil Creep</i>	IV-7
Tabel 4.6 Kondisi <i>Drained</i> Model <i>Soft Soil Creep</i>	IV-7

Tabel 4.7 Kondisi <i>Undrained Model Hardening Soil</i>	IV-8
Tabel 4.8 Kondisi <i>Drained Model Hardening Soil</i>	IV-9
Tabel 4.9 Spesifikasi material <i>Alidrain HB 6</i>	IV-13
Tabel 4.10 Penentuan hari pada tiap model di setiap tahapan perhitungan:	IV-27
Tabel 4.11 Waktu dan penurunan permukaan tanah dasar timbunan (titik A) tanpa perkuatan (non PVD) untuk mencapai kondisi tegangan air (<i>pore pressure</i>) sebesar 1 kN/m^2	IV-31
Tabel 4.12 Waktu dan penurunan permukaan tanah dasar timbunan (titik A) dalam kondisi <i>Drained</i> dengan PVD untuk mencapai kondisi tegangan air (<i>pore pressure</i>) sebesar 1 kN/m^2	IV-31
Tabel 4.13 Waktu dan penurunan permukaan tanah dasar timbunan (titik A) dalam kondisi <i>Undrained</i> dengan PVD untuk mencapai kondisi tegangan air (<i>pore pressure</i>) sebesar 1 kN/m^2	IV-34
Tabel 4.14 Waktu dan penurunan permukaan tanah dasar timbunan (titik A) untuk mencapai kondisi tegangan air (<i>pore pressure</i>) sebesar 1 kN/m^2	IV-38
Tabel 4.15 Waktu dan penurunan permukaan tanah dasar timbunan (titik A) untuk mencapai kondisi tegangan air (<i>pore pressure</i>) sebesar 1 kN/m^2	IV-40
Tabel 4.16 Perhitungan manual konsolidasi	IV-43

DAFTAR GAMBAR

Bab II

Gambar 2.1 Korelasi dari sudut geser efektif sebagai fungsi klasifikasi tanah, kepadatan relatif dan unit berat. (<i>U.S. Navy, 1982, Kullhawy and Mayne, 1990</i>)	II-15
Gambar 2.2 Batas Konsistensi Tanah (<i>Terzaghi et al, 1996</i>)	II-16
Gambar 2.3 Grafik penyajian penurunan konsolidasi primer dan sekunder	II-26
Gambar 2.4 Metode <i>Cassagrande</i> untuk menentukan jenis konsolidasi	II-27
Gambar 2.5 Konsep mempercepat penurunan dengan cara prapembebanan	II-37
Gambar 2.6 Perbandingan waktu dan penurunan tanpa <i>preloading</i> , dengan <i>preloading</i> , dan dengan <i>vertical drains</i>	II-39
Gambar 2.7 Proses <i>Preloading</i> dengan <i>Vertical Drains</i>	II-40
Gambar 2.8 <i>Preloading</i> dengan <i>Prefabricated Vertical Drains</i>	II-41
Gambar 2.9 Zona pengaruh <i>Drain</i> berdasarkan pola pemasangan persegi dan segitiga	II-45
Gambar 2.10 Pola pemasangan persegi	II-45
Gambar 2.11 Pola pemasangan segitiga	II-46

Bab III

Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek Tambang Batu Bara	III-1
Gambar 3.2 Lay-out terminal batu bara	III-2
Gambar 3.3 Statigrafi Tanah Pada Terminal Batu Bara	III-3
Gambar 3.4 Gambar rencana timbunan <i>preloading</i> dan PVD	III-3
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian	III-5

Bab IV

Gambar 4.1 Gambar perbandingan tanpa <i>prefabricated vertical drain</i> dan menggunakan <i>prefabricated vertical drain</i>	IV-2
Gambar 4.2 Geometri Melintang Rencana Timbunan	IV-3
Gambar 4.3 <i>Soil Material Description</i>	IV-3
Gambar 4.4 Input General Settings	IV-16
Gambar 4.5 Input Nilai <i>Material Properties</i>	IV-18
Gambar 4.6 <i>Vertical Drains</i> Yang Sudah Terpasang Pada Layer Tanah	IV-18
Gambar 4.7 Hasil Penyusunan Jaringan Elemen Hingga (<i>Generated Mesh</i>) Pada Model Geometri	IV-19
Gambar 4.8 Letak Muka Air Tanah Pada Model Geometri	IV-20
Gambar 4.9 Tegangan Air Pori Pada Kondisi Awal	IV-20
Gambar 4.10 Kondisi Awal Geometri	IV-21
Gambar 4.11 Pengaktifan Bagian Pertama Timbunan	IV-22
Gambar 4.12 Pengaktifan Bagian Kedua Timbunan	IV-23
Gambar 4.13 Pengaktifan Bagian Ketiga Timbunan	IV-24
Gambar 4.14 Pengaktifan Bagian Keempat Timbunan	IV-25
Gambar 4.15 Lembar Kerja Pada Tahap <i>Calculations</i>	IV-25
Gambar 4.16 Proses Perhitungan	IV-26
Gambar 4.17 Tahap Perhitungan Selesai (<i>Checklist</i> Pada Tiap <i>Phase</i>)	IV-26
Gambar 4.18 <i>Deformed Mesh</i>	IV-27
Gambar 4.19 <i>Total Displacement</i>	IV-28
Gambar 4.20 Keadaan <i>Minimum Pore Pressure</i>	IV-28
Gambar 4.21 Jalur Keruntuhan Pada Timbunan	IV-29
Gambar 4.22 <i>Calculation Information</i>	IV-30

Gambar 4.23	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Non PVD <i>Drained</i>	IV-32
Gambar 4.24	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Mohr Coulomb Drained</i>	IV-32
Gambar 4.25	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Soft Soil Drained</i>	IV-32
Gambar 4.26	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Soft Soil Creep Drained</i> ..	IV-33
Gambar 4.27	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Hardening Soil Drained</i>	IV-33
Gambar 4.28	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Drained</i>	IV-34
Gambar 4.29	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Non PVD <i>Undrained</i>	IV-35
Gambar 4.30	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Mohr Coulomb Undrained</i>	IV-35
Gambar 4.31	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Soft Soil Undrained</i>	IV-35
Gambar 4.32	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Soft Soil Creep Undrained</i>	IV-36
Gambar 4.33	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Hardening Soil Undrained</i>	IV-36
Gambar 4.34	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk <i>Undrained</i>	IV-37
Gambar 4.35	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Jarak Antara PVD 1 m....	IV-38
Gambar 4.36	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Jarak Antara PVD 2 m....	IV-38
Gambar 4.37	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Jarak Antara PVD 3 m....	IV-39
Gambar 4.38	Perbandingan Jarak Dan Spasi.....	IV-39
Gambar 4.39	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Kedalaman PVD 10 m....	IV-40
Gambar 4.40	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Kedalaman PVD 20 m....	IV-41
Gambar 4.41	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Kedalaman PVD 30 m....	IV-41
Gambar 4.42	Perbandingan Waktu Dan Hari Untuk Kedalaman PVD	IV-42