



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN
METODE *FINITE ELEMENT* DI DESA KUNDEN,
KECAMATAN WIROSARI, KABUPATEN GROBOGAN,
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

AMMAR BASKARA

21100112130048

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
JANUARI 2018**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN
METODE *FINITE ELEMENT* DI DESA KUNDEN,
KECAMATAN WIROSARI, KABUPATEN GROBOGAN,
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

AMMAR BASKARA

21100112130048

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
JANUARI 2018**



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Ammar Baskara
NIM : 21100112130048
Departemen : Teknik Geologi
Judul Tugas Akhir : Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode *Finite Element* di Desa Kunden, Kecamatan Wirosari, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S-1) pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Dian Agus Widiarso, S.T., M.T ()
NIP. 19760812 201012 1 002
Pembimbing II : Ahmad Syauqi Hidayatillah, S.T., M.T ()
NIK. 19901118 011508 1 081
Penguji I : Najib S.T., M.Eng., Ph.D ()
NIP. 19771020 200501 1 001
Penguji II : Devina Trisnawati S.T., M.Eng. ()
NIP. 19861208 021401 2 222


Semarang, ~~21~~ 21 Januari 2018
Ketua Departemen Teknik Geologi,



Najib, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19771020 200501 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah Saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ammar Baskara
NIM : 21100112130048
Tanda Tangan : 
Tanggal : 11 Januari 2018

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ammar Baskara
NIM : 21100112130048
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

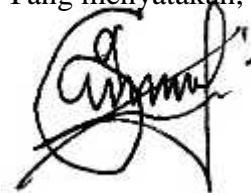
**” ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE
FINITE ELEMENT DI DESA KUNDEN, KECAMATAN WIROSARI,
KABUPATEN GROBOGAN, PROVINSI JAWA TENGAH ”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 11 Januari 2018

Yang menyatakan,



Ammar Baskara

NIM. 21100112130048

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini Saya persembahkan untuk kedua orang tua Saya,
Sudarto dan Adiningsih, serta adik Saya
Salmaisun Nabila.

Sesungguhnya nafsu itu selalu menyuruh kepada kejahatan,
kucuali nafsu yang diberi rahmat oleh Tuhanku
QS. Yusuf: 53

UCAPAN TERIMAKASIH

Limpahan karunia dari Tuhan Yang Mahakasih menjadi sumber inspirasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan syukur karena telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar S-1 di Universitas Diponegoro.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Najib, S.T., M.Eng., Ph. D, Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
2. Wahyu Krisna Hidajat, S.T., M.T., selaku Dosen Wali yang memberikan pengarahan selama perkuliahan.
3. Dian Agus Widiarso, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulisan dan penyusunan Tugas Akhir.
4. Ahmad Syauqi Hidayatillah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II atas saran dan bimbingan yang diberikan selama penulisan dan penyusunan Tugas Akhir.
5. Sudarto dan Adiningsih, kebahagiaan mereka menjadi motivasi penulis dalam setiap penyelesaian tugas perkuliahan.
6. M. Irfa'uddin, Dimas Galih S, Dimas Wahyu Pamungkas, Firdaus Lazuardi Adzimah atas kebersamaannya selama pengambilan data lapangan.
7. Seluruh rekan-rekan Teknik Geologi Universitas Diponegoro angkatan 2012 yang menjadi keluarga selama perkuliahan,

Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya sebagai ilmu pengetahuan mengenai gerakan tanah.

Semarang, 11 Januari 2018

Penulis,
Ammar Baskara.

KATA PENGANTAR

Tugas Akhir ini memuat bahasan mengenai kajian gerakan tanah pada ruas jalan serta penanganannya dengan *bored pile* dan *sheet pile*. Kajian tersebut dilakukan dengan data hasil penyelidikan permukaan dengan pemetaan geoteknik, serta penyelidikan bawah permukaan meliputi pemboran inti, uji SPT dan pengukuran geolistrik. Dilakukan pula pengujian laboratorium sampel hasil pemboran untuk diketahui nilai sifat fisik dan mekanik tanah. Data-data tersebut digunakan untuk menentukan perkiraan kedalaman longsor, perhitungan daya dukung *bored pile*, perhitungan diagram tekanan *sheet pile*, serta keamanan lereng melalui pemodelan oleh software *Plaxis*. Hasil akhir yang didapat berupa rekomendasi penanganan *bored pile* dengan spesifikasi kedalaman pemasangan, jumlah dan diameter, serta *sheet pile* dengan spesifikasi kedalaman pemasangan dan sifat material yang digunakan.

Kajian gerakan tanah dan penanggulangannya dengan *bored pile* dan *sheet pile* ini dapat dijadikan acuan dalam upaya penanganan lereng pada litologi lempung serta terdapat faktor pembebanan diatas lereng.

Semarang, 11 Januari 2018

Penulis

SARI

Pada zaman modern, percepatan pembangunan perumahan dan infrastruktur, dilakukan di berbagai daerah untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia yang semakin meningkat. Salah satu infrastruktur yang paling penting yaitu jalan. Berbagai penyebab yang mengakibatkan kerusakan jalan, dapat menjadi masalah yang serius apabila telah menyangkut kerugian yang besar, baik dari segi material maupun non material. Salah satu jalan yang longsor, terletak di Desa Kunden, Kecamatan Wirosari, Kabupaten Grobogan. Penelitian terhadap gerakan tanah pada kontruksi jalan dilakukan pada ruas jalan yang mengalami longsor. Kondisi bawah permukaan di mana infrastruktur jalan dibangun menjadi hal penting untuk diketahui guna menangani kerusakan infrastruktur akibat longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perkiraan kedalaman bidang gelincir, faktor keamanan dan deformasi lereng melalui pemodelan lereng menggunakan Plaxis, serta rekomendasi penanganan secara keteknikan dengan *sheet pile* dan *bored pile* dan aspek geologi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi di lapangan meliputi pemetaan geologi, pengukuran geolistrik, pemboran inti, uji SPT, dan pemetaan geoteknik; dan metode simulasi model berupa metode elemen hingga dengan bantuan *software* Plaxis. Sampel inti batuan hasil pemboran dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah. Hasil yang diperoleh pada daerah penelitian terdiri atas empat (4) satuan litologi, yaitu batulempung karbonatan, napal, batugamping klastik dan endapan alluvial. Bidang gelincir yang paling dalam pada lereng, yang diperkirakan dari penampang geolistrik, terdapat pada kedalaman 20,00 mbmt (meter bawa muka tanah), sedangkan pada hasil simulasi pemodelan kestabilan lereng menggunakan *software* Plaxis terletak pada kedalaman 19,00-20,00 mbmt. Kondisi lereng dengan pembebanan jalan memiliki nilai keamanan 1,51 dimana lereng dalam keadaan kritis dengan *displacement* tertinggi $16,09 \times 10^{-3}$ m. Penanganan lereng sesuai dengan tekanan lateral dan kapasitas dukung tanah dilakukan melalui pemasangan *sheet pile* dengan panjang kedalaman 16,00 mbmt dan pembuatan *bored pile* dengan diameter 0,5 m dengan panjang kedalaman 15,00 mbmt. Nilai keamanan lereng pada tahap perkuatan tanah dengan kondisi pembebanan jalan meningkat menjadi 1,96, walaupun *displacement* mengalami peningkatan $55,65 \times 10^{-3}$ m karena pengaruh pemasangan *sheet pile*.

Katakunci: Desa Kunden, Geolistrik, Bidang Gelincir, Simulasi Model, Faktor Keamanan.

ABSTRACT

Nowdays, the acceleration of housing and infrastructure development was being carried out in numerous regions to meet the increasing needs of human beings. One of the most important infrastructure is road. Causes of road damage can scheduled another serious problems, both material and non-material. One of the lanslide roads is located in Kunden Village, Wirosari District, Grobogan Regency. Research of land movement was applied on part of the road that have landslides. The subsurface conditions where road infrastructure was built become an important information to the damage the landslides cause. The purpose of this research is to know the carriage of sliding plane depth, factor of safety value and deformation of slope through slope modeling using Plaxis, and its engineering recommendation with sheet pile and bored pile and geological aspects. The method used in this research is geological mapping method, geoelectric measurement, core drilling and SPT test, and geotechnical mapping; and simulation modelling with finite element methode using Plaxis software. Drill core samples of the drilling result were tested by the laboratory to determine the physical and mechanical properties. The results developed in the study area consisted of four (4) units of lithology, including calcareous claystone, marl, calstic limestone, and alluvial deposits. The deepest of sliding plane of the slope that estimated from geoelectric section is at a depth of 20.00 mbmt (“meter bawa muka tanah”), while in the simulation results the slope stability modeling by using Plaxis software is at a depth of 19,00-20,00 mbmt. The slope with road loading conditions have a factor of safety 1,51, where the slopes are in critical condition with the highest displacement $16,09 \times 10^{-3}$ m. Slope handling in accordance with lateral pressure and soil carrying capacity is done by installation of pile sheets with a length of 16.00 mbmt and bored pile with a diameter of 0.5 m with a length of 15.00 mbmt. The handling resulted in increased factor of safety value to 1,96, although displacement increase to $55,65 \times 10^{-3}$ m due to effect from sheet pile installation.

Keywords: Kunden Village, Geoelectric, Sliding Plane, Simulation Model, Factor of Safety.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Lokasi Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Penelitian Terdahulu	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kondisi Umum Daerah Penelitian	8
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	9
2.2.1 Fisiografi	9
2.2.2 Stratigrafi.....	10
2.3 Gerakan Tanah.....	13
2.3.1 Pengertian Gerakan Tanah	13
2.3.2 Macam-Macam Gerakan Tanah	13
2.4 Penyelidikan Geolistrik.....	18
2.4.1 Defininsi Geolistrik	18
2.4.2 Prinsip Survei Geolistrik	21
2.4.3 Konfigurasi Geolistrik.....	22
2.5 Penyelidikan Geoteknik	24
2.5.1 Pemboran Inti	24
2.5.2 <i>Standart Penetration Test</i> (SPT).....	26
2.6 Uji Laboratorium	31
2.6.1 Klasifikasi Tanah.....	31
2.6.2 Karakteristik Tanah	32
2.6.3 Parameter Deformasi	34
2.6.4 Kepadatan Tanah.....	36
2.6.5 Kekuatan Geser Tanah	37
2.6.6 Permeabilitas Tanah	38
2.7 Metode Numerik dalam Analisis Kestabilan Lereng.....	39
2.8 Metode Penguatan Lereng dengan <i>Sheet Pile</i>	43

2.9	Penguatan Lereng dengan Pembuatan Pondasi Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>).....	49
2.9.1	Kapasitas Dukung Tiang Bor Tunggal pada Tanah Kohesif (Lempung)	50
2.9.2	Faktor Keamanan Tiang Bor	53
2.9.3	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Bor pada Tanah Kohesif (Lempung)	53
2.10	Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Plaxis	54
2.10.1	Mekanisme Pehitungan Plaxis	54
2.10.2	<i>Output</i> yang didapatkan oleh Plaxis.....	55
2.10.3	Nilai Keamanan Lereng	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		57
3.1	Metode Penelitian	57
3.2	Alat dan Data Penelitian	58
3.3	Tahapan Penelitian.....	59
3.3.1	Persiapan	59
3.3.2	Pengumpulan Data	59
3.3.3	Pengolahan Data.....	61
3.3.4	Analisis dan Penyelesaian	62
3.4	Diagram Alir	63
3.5	Hipotesis Penelitian	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		67
4.1	Pemetaan Geologi	67
4.2	Pengukuran Geolistrik	73
4.3	Perkiraan Kedalaman Bidang Gelincir	83
4.4	Pemboran Inti dan Uji SPT	87
4.5	Sifat Fisik dan Mekanik Tanah.....	98
4.6	Pemetaan Geoteknik	104
4.7	Penanganan Longsor.....	110
4.8	Perhitungan Kedalaman Penetrasi dan Modulus Penampang <i>Sheet Pile</i>	111
4.9	Perhitungan Kapasitas Dukung <i>Bored Pile</i>	117
4.9.1	Kapasitas Dukung Ultimit Tiang Tunggal	117
4.9.2	Kapasitas Dukung Ultimit Kelompok Tiang.....	122
4.10	Analisis Kestabilan Lereng.....	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		138
5.1	Kesimpulan	138
5.2	Saran	138
DAFTAR PUSTAKA		139
LAMPIRAN 1. Peta Geologi		142
LAMPIRAN 2. Peta Lokasi Titik Geolistrik dan Pemboran Geoteknik.....		144
LAMPIRAN 3. RMS Geolistrik		146
LAMPIRAN 4. Penampang Korelasi Log Geolistrik		151
LAMPIRAN 5. Hasil Lab Sifat Fisik dan Mekanik Tanah.....		155
LAMPIRAN 6. Foto Sampel Pemboran Inti BH-1		157
LAMPIRAN 7. Peta Geoteknik		162

LAMPIRAN 8. Peta Situasi Sungai dan Sayatan Melintang Sungai	164
LAMPIRAN 9. Penampang Log <i>Bore</i>	167
LAMPIRAN 10. <i>Material Properties Sheet Pile</i>	171
LAMPIRAN 11. Perhitungan Kapasitas Dukung <i>Bored Pile</i>	173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi longsor di badan jalan desa Kunden yang mengarah ke meander kali Tambaksela	2
Gambar 1.2	Lokasi penelitian, yang ditandai dengan lingkaran merah (Pekab Grobogan, 2012).....	4
Gambar 2.1	Zona Fisiografi Regional Pulau Jawa bagian tengah dan timur (pembagian mengikuti Pannekoek, 1949; van Bammelen, 1949), tanda merah merupakan daerah penelitian	9
Gambar 2.2	Stratigrafi regional Jawa bagian timur (modifikasi dari Smyth dkk, 2005).	12
Gambar 2.3	Gerakan material tanah berupa jatuh bebas (Hunt, 2005)	14
Gambar 2.4	Bentuk gerakan material pada massa batuan berupa robohan (Hunt, 2005)	15
Gambar 2.5	Longsor rotasional (Hunt, 2005).....	16
Gambar 2.6	Longsor translasional (Hunt, 2005)	16
Gambar 2.7	Skema longsor tipe sebaran lateral (Cruden dan Varnes, 1992 dalam Christady, 2006)	17
Gambar 2.8	Tipe-tipe Aliran (Broms, 1975 dalam Christady, 2006).....	27
Gambar 2.9	Skema geolistrik konfigurasi Wenner (Sulaiman, 2008)	22
Gambar 2.10	Skema geolistrik konfigurasi Schlumberger (Sulaiman, 2008)	23
Gambar 2.11	Alat bor putar dengan <i>core barrel</i> (Wesley, 2010)	25
Gambar 2.12	(a) <i>Single core barrel</i> dan (b) <i>Double core barrel</i> (Das, 2010)	26
Gambar 2.13	(a) dan (b) merupakan <i>Split spoon sampler</i> (ELE Internasional dalam Das, 2014), (c) <i>standard split barrel sampler</i> (ASTM D 1586-11, 2011)	27
Gambar 2.14	Uji <i>SPT</i> manual (Kovaks, dkk, 1981 dalam Christady, 2003) .	28
Gambar 2.15	Pendekatan pemodelan kontinum (atas) dan diskontinum (bawah) pada permukaan lereng tambang batubara (setelah Stead dan Eberhardt 1997 dalam Arif, 2016)	40
Gambar 2.16	Analisis kestabilan lereng menggunakan metode beda hingga dengan bantuan <i>software</i> FLAC/SLOPE (Arif, 2016)	41
Gambar 2.17	Penggunaan metode elemen hingga pada analisis stabilitas lereng bendungan setelah konstruksi tanpa beban gempa (Mukhlis, 2015)	41
Gambar 2.18	Bentuk-bentuk elemen dasar: (a) garis (1 dimensi), (b) segitiga dan segiempat (2 dimensi), (c) tetrahedra dan balok (3 dimensi), (d) segitiga axisimetri (Susatio, 2004)	42
Gambar 2.19	Posisi titik-titik nodal dan titik-titik tegangan pada elemen tanah (manual acuan Plaxis versi 8.6, tanpa tahun).....	43
Gambar 2.20	Pemasangan turap baja pada pembuatan dok kapal (Mittal, 2016).....	44
Gambar 2.21	(a) Sambungan jempol dan jari, bola dan (b) soket	

	(Das, 2014)	44
Gambar 2.22	(a) Langkah-langkah konstruksi untuk struktur timbunan dan (b) struktur kerukan (Das, 2014)	45
Gambar 2.23	Dinding turap yang menembus tanah lempung (Das, 2014)	46
Gambar 2.24	Pembuatan <i>bored pile</i> (Sumber: www.dreamstime.com).....	49
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	62
Gambar 4.1	Peta geologi daerah penelitian.....	67
Gambar 4.2	Endapan alluvial di atas batulempung	69
Gambar 4.3	Singkapan napal pada jalan setapak	70
Gambar 4.4	Singkapan batugamping klastik pada bekas tambang, terdapat kristalin-kristalin berukuran kerikil-kerakal	71
Gambar 4.5	Kekar gerus (garis merah) dan kekar tarik (garis kuning).....	72
Gambar 4.6	Singkapan endapan alluvial pada lereng tubuh sungai	73
Gambar 4.7	Pengendapan lumpur dan erosi saat hujan.....	73
Gambar 4.8	Titik lokasi pengukuran geolistrik.....	74
Gambar 4.9	Kedalaman, nilai resistivitas dan jenis material GL-01.....	75
Gambar 4.10	Kedalaman, nilai resistivitas dan jenis material GL-02.....	77
Gambar 4.11	Kedalaman, nilai resistivitas dan jenis material GL-03.....	79
Gambar 4.12	Kedalaman, nilai resistivitas dan jenis material GL-04.....	81
Gambar 4.13	Perkiraan kedalaman bidang gelincir sayatan geolistrik A-A' .	84
Gambar 4.14	Perkiraan kedalaman bidang gelincir sayatan geolistrik B-B' .	85
Gambar 4.15	Perkiraan kedalaman bidang gelincir sayatan geolistrik C-C' .	86
Gambar 4.16	Hasil pemboran inti dan uji SPT BH-01 kedalaman 00,00-20,00 mbmt	88
Gambar 4.17	Hasil pemboran inti dan uji SPT BH-01 kedalaman 20,00-30,00 mbmt	90
Gambar 4.18	Hasil pemboran inti dan uji SPT BH-02 kedalaman 00,00-20,00 mbmt	91
Gambar 4.19	Hasil pemboran inti dan uji SPT BH-02 kedalaman 20,00-30,00 mbmt	92
Gambar 4.20	Penampang melintang korelasi BH-01 dan BH-02 pada sayatan P.33	93
Gambar 4.21	Penampang melintang korelasi BH-01 dan BH-02 pada sayatan P 30	95
Gambar 4.22	Korelasi penampang geolistrik dan log bor	97
Gambar 4.23	Peta geoteknik daerah penelitian	104
Gambar 4.24	Pelapukan batulempung dan batugamping STA 1	105
Gambar 4.25	Batugamping di area bekas tambang galian rakyat	106
Gambar 4.26	Endapan alluvial (pasir) menindih selaras batulempung (lempung)	107
Gambar 4.27	Pelapukan batulempung yang terdapat klastika batugamping pada STA 5	108
Gambar 4.28	Kiri: lempung karbonat pada STA 6, kanan: lempung non karbonat pada STA 7	110
Gambar 4.29	Diagram tekanan bersih pada turap yang menembus lempung	115

Gambar 4.30	Bentukan lereng pada <i>mesh deformation</i> akibat <i>gravity loading</i>	129
Gambar 4.31	Nilai <i>displacement</i> tertinggi berada pada lereng bagian bawah.....	130
Gambar 4.32	Bentukan lereng pada <i>mesh deformation</i> akibat <i>vertical loading</i>	130
Gambar 4.33	Nilai <i>displacement</i> pada lereng akibat <i>vertical loading</i>	131
Gambar 4.34	Bentukan lereng pada <i>mesh deformation</i> setelah perkuatan <i>bored pile</i>	132
Gambar 4.35	Nilai <i>displacement</i> pada lereng perkuatan <i>bored pile</i>	132
Gambar 4.36	Bentukan lereng pada <i>mesh deformation</i> setelah perkuatan <i>bored pile</i> dan <i>sheet pile</i>	133
Gambar 4.37	Nilai <i>displacement</i> pada lereng perkuatan <i>bored pile</i> dan <i>sheet pile</i>	134
Gambar 4.38	Bentukan lereng pada <i>mesh deformation</i> setelah perkuatan <i>bored pile</i> , <i>sheet pile</i> ,serta adanya timbunan di belakang <i>sheet pile</i>	135
Gambar 4.39	Nilai <i>displacement</i> pada lereng perkuatan <i>bored pile</i> dan <i>sheet pile</i> , serta adanya timbunan di belakang <i>sheet pile</i>	135
Gambar 4.40	Bidang gelincir pada awal perhitungan tanpa pembebanan vertikal (tahap <i>gravity loading</i>)	137
Gambar 4.41	Bidang gelincir pada akhir perhitungan (tahap pemberian timbunan pasir atau fase 9).....	137

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2.1	Resistivitas Batuan Beku dan Metamorf (Telford, dkk, 1990)	19
Tabel 2.2	Resistivitas Batuan Sedimen (Telford, dkk, 1990)	21
Tabel 2.3	Perkiraan hubungan antara CI , N_{60} , dan q_u (Das, 2014)	29
Tabel 2.4	Kekuatan lempung dari data SPT (Look, 2007)	30
Tabel 2.5	Kuat tekan dari data SPT pada pasir berukuran sedang (Look, 2007).....	30
Tabel 2.6	Kuat tekan dari nilai SPT terkoreksi pada pasir berukuran kasar dan halus (Look, 2007).....	31
Tabel 2.7	Klasifikasi Tanah AASHTO (<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>) (Wesley, 2010)	32
Tabel 2.8	Klasifikasi Tanah Menurut ASTM (Wesley, 2010)	32
Tabel 2.9	Nilai khusus untuk modulus Young pada berbagai material (setelah Gordon, 1978 dalam Look, 2007).....	35
Tabel 2.10	Parameter elastisitas untuk berbagai jenis tanah (Look, 2007).....	35
Tabel 2.11	<i>Poisson Ratio</i> untuk tanah (<i>Industrial floors and pavement guidelines</i> , 1999 dalam Look, 2007).....	36
Tabel 2.12	Nilai khusus <i>Poisson Ratio</i> (Budhu, 2010)	36
Tabel 2.13	Nilai kekuatan efektif pada tanah kohesi (Look, 2007)	38
Tabel 2.14	Nilai khusus koefisien permeabilitas (k) (Look, 2007).....	39
Tabel 2.15	Faktor aman untuk tiang bor (Coduto, 2001; Hannigan, dkk, 1997 dalam Hardiyatmo (2015)	53
Tabel 2.16	Nilai keamanan lereng (KepMen PU. No.378/KPTS/1987).....	56
Tabel 3.1	Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	56
Tabel 3.2	Data-data yang digunakan dalam penelitian	56
Tabel 4.1	Nilai gabungan pada BH 1 dan BH 2 untuk input pemodelan	91
Tabel 4.2	Ringkasan hasil pengujian sampel BH-01	100
Tabel 4.3	Ringkasan hasil pengujian sampel BH-01 setelah pengonversian satuan	101
Tabel 4.4	Ringkasan hasil pengujian sampel BH-02	102
Tabel 4.5	Ringkasan Hasil Pengujian Sampel BH-02 setelah pengonversian satuan	103
Tabel 4.6	Perhitungan tahanan gesek ultimit tiang bor diameter 0,3 m.....	119
Tabel 4.7	Perhitungan tahanan gesek ultimit tiang bor diameter 0,3 m.....	121
Tabel 4.8	<i>Input</i> nilai parameter tanah dan <i>bored pile</i> yang digunakan untuk pemodelan plaxis.....	126
Tabel 4.9	<i>Input</i> nilai <i>sheet pile</i> per m penampang dinding turap yang digunakan untuk pemodelan Plaxis.....	126