

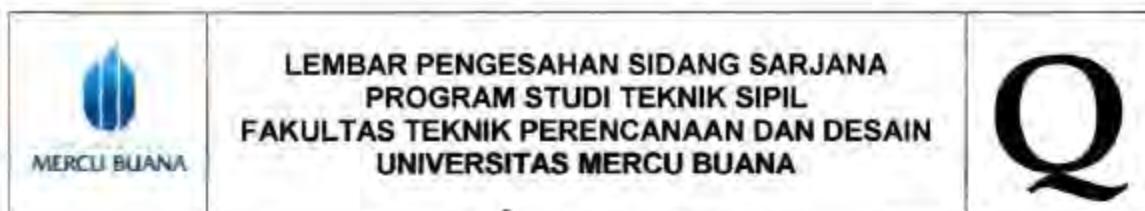
## TUGAS AKHIR

### PERENCANAAN KEMANTAPAN LERENG (*SLOPE STABILITY*) PADA GALIAN BASEMENT DENGAN PROGRAM PLAXIS (STUDI KASUS PADA PROYEK GEDUNG DI JAKARTA PUSAT)

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana teknik strata 1 (S-1) pada Jurusan  
Teknik Sipil Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercubuana



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN dan DESAIN  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
TERAKREDITASI BERDASARKAN BADAN AKREDITASI NASIONAL  
PERGURUAN TINGGI NOMOR : 012/BAN-PT/AK-VII/S1/VII/2003  
2013



Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013

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 Perencanaan dan Desain, Universitas Mercubuana, Jakarta.

Jl.

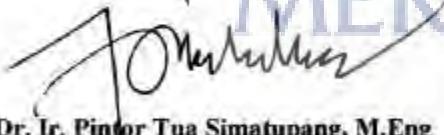
Dengan Program Plaxis (Study Kasus Proyek Gedung di Jakarta Pusat).

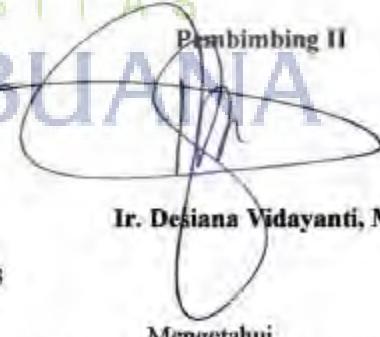
Disusun Oleh :

Nama : Muhamad Hidayanto  
NIM : 41109010028  
Jl. ....

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada Sidang Sarjana Tanggal 24 Agustus 2013.

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Pembimbing I:   
Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.Eng.

Pembimbing II:   
Ir. Desiana Vidayanti, MT

Jakarta, 24 Agustus 2013

Mengetahui,  
Ketua Pengaji

Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Mawardi Amin, MT

 UNIVERSITAS <b>MERCU BUANA</b>	<b>LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS-TEKNIK PERENCANAAN DAN DESAIN UNIVERSITAS MERCU BUANA</b>	<b>Q</b>
--	---	----------

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Hidayanto  
Nomor Induk Mahasiswa : 41109010028  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik Perencanaan dan Desain

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

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 24 Agustus 2013

**Yang memberikan pernyataan**

Muhamad Hidayanto

*Lembar Persembahan*



*Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yaitu  
Bpk. Sujud Syamsudin dan Ibu Hindun yang sudah mendidik dan  
menyayangi saya dari masa kandungan sampai detik ini.  
Saya persembahkan juga untuk adik-adik saya yaitu lilis, mira dan lita.  
Juga untuk kekasih saya saudari dwi jayatun.  
Mereka semua yang telah mendukung, semangat, dan motivasi saya dalam  
pembuatan tugas akhir ini.  
Terima kasih sekali lagi saya ucapkan untuk kedua orang tua saya.  
Ya allah ... Semoga kesuksesan selalu menyertai hamba  
Ya allah ... Sehatkanlah kedua orang tua hamba, lindungilah dimanapun  
mereka berada dan berikanlah mereka selalu tetap tersenyum bahagia .  
Amin amin ya rabbal alamin....*

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

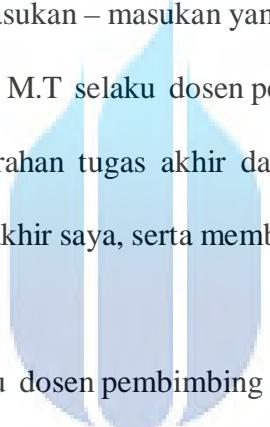
Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul **PERENCANAAN KEMANTAPAN LERENG (SLOPE STABILITY) PADA GALIAN BASEMENT DENGAN PROGRAM PLAXIS (STUDI KASUS PADA PROYEK GEDUNG DI JAKARTA PUSAT)**.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh oleh semua mahasiswa / mahasiswi program studi strata – 1 teknik sipil Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercubuana.

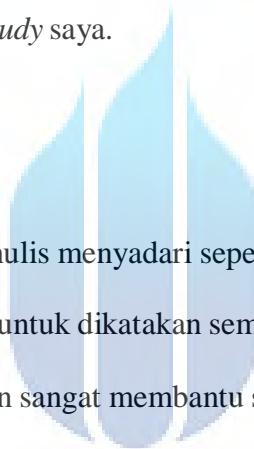
Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang dengan ikhlas membantu dan meluangkan waktu untuk saya baik dari segi moril, maupun materil, langsung maupun tidak langsung sehingga Tugas Akhir ini dapat saya selesaikan.

Terima kasih yang sebesar – besarnya saya ucapan kepada :

1. Allah SWT, karena telah memberikan hidayah yang sebesar – besarnya pada saya sehingga dapat menjalankan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Kedua Orang Tua saya yang senantiasa memberikan support dan doa yang tiada henti, serta dukungan fasilitas dan financial kepada saya.

- 
3. Ir. Mawardi Amin, M.T selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus Ketua Jurusan Teknik Sipil yang telah memudahkan jalan saya untuk pelaksanaan Tugas Akhir saya.
  4. Acep Hidayat, ST, M.T selaku Sekertaris Jurusan pada Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu masukan dan nasihat yang sangat bermanfaat pada tugas akhir saya.
  5. Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar membimbing saya, serta mau meluangkan waktunya untuk memberikan masukan – masukan yang berguna bagi saya.
  6. Ir. Desiana Vidayanti, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan tugas akhir dan meluangkan waktunya untuk perkembangan tugas akhir saya, serta memberikan pinjaman literatur kepada saya.
  7. Ir. Alizar, M.T selaku dosen pembimbing Akademik yang dengan selalu membimbing dan Mengarahkan saya mulai dari awal kuliah hingga akhir semester 6, dan posisinya digantikan oleh Ir. Desiana Vidayanti, MT juga turut berperan penting untuk tugas akhir saya seperti mendidik dan bertugas sebagaimana mestinya.
  8. Semua Dosen Pengajar Program Studi Strata – 1 teknik sipil beserta staff TU Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain.
  9. Keluarga Besar Orang Tua saya yang turut mendoakan agar menjadi anak yang dibanggakan dan menjadi tauladan yang baik bagi nusa, bangsa dan keluarga.

10. Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mercu Buana dari semua angkatan yang telah membantu dan memberikan dorongan, saran, dan kritikan kepada saya.
11. Saudara Hendyko Dwi Prastowo yang sudah menemani dan memberikan support baik dalam tugas akhir maupun kegiatan sehari-hari dikampus.
12. Saudara Maulana Abidin, Andrean Mandala dan saudari Titik Ernawati yang sudah mau bekerja sama dalam penggerjaan tugas akhir ini.
13. Saudari Dwi Jayatun sebagai kekasih saya, ia telah mendukung dan menyemangat dalam *study* saya.



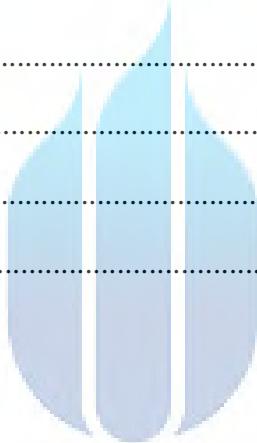
Terima kasih, akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh untuk dikatakan sempurna. Oleh karena itu kritik serta saran yang membangun akan sangat membantu sekali. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**  
Jakarta, 24 Agustus 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN GELAR .....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi



### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Tujuan Penelitian .....	I-2
1.3. Ruang Lingkup Penulisan .....	I-3
1.4. Manfaat Penulisan .....	I-3
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lereng .....	II-1
2.2. Basement .....	II-5
2.3. Stabilitas Lereng Galian dan Timbunan.....	II-7

2.3.1 Pekerjaan Galian .....	II-7
2.3.2 Pekerjaan Timbunan .....	II-14
2.4. Kemantapan Lereng .....	II-16
2.4.1. Beberapa Penyebab Ketidakmantapan Lereng.....	II-23
2.4.2. Penyelidikan dan Perencanaan Kestabilan Lereng.....	II-25
2.4.3. Lereng Akibat Penggalian .....	II-27
2.5. Pergerakkan Massa .....	II-37
2.5.1. Klasifikasi Berdasarkan Pola Pergerakkan .....	II-39
2.5.1. Klasifikasi Berdasarkan Kecepatan Pergerakkan .....	II-40
2.6. Faktor Keamanan .....	II-41
2.7. Pemilihan Metode Analitis .....	II-43
2.7.1. Metode Irisan .....	II-45
2.7.2. Metode Irisan Bishop yang disederhanakan.....	II-48
2.8. Program Plaxis .....	II-49
2.8.1. Macam-Macam Pemodelan Tanah Pada Plaxis .....	II-51
2.9. Analisa Undrained dan Drained .....	II-59
2.10. Metode Open Cut .....	II-61
2.11. Analisis Dengan Menggunakan Bidang Gelincir Berbentuk Busur Lingkaran.....	II-65
2.12. Analisis Dengan Menggunakan Bidang Geser Tidak Berbentuk Busur Lingkaran.....	II-65

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penulisan .....	III-1
3.2 Lokasi Proyek .....	III-3
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	III-1
3.4 Prosedur Pemboran dan Sondir .....	III-4

3.5 Pengujian Laboratorium.....	III-5
3.5.1. Profil Lapisan Tanah dan Bor Log .....	III-5
3.5.2. Muka Air Tanah .....	III-6
3.6 Diagram Alir dalam Perencanaan Kemantapan Lereng pada Basement ..	III-7
3.7 Diagram Alir dalam Penggerjaan pada Program Plaxis .....	III-8
3.8 Interpretasi dan Korelasi Data Tanah.....	III-9
3.8.1 Interpretasi Hasil Penyelidikan Data Tanah.....	III-9
3.8.2 Penentuan Parameter Tanah.....	III-11
3.9 Penjelasan Diagram Alir Penggerjaan Galian Basement.....	III-15
3.10 Penjelasan Diagram Alir Penggerjaan Galian Basement Pada Plaxis....	III-20

#### BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1. Uraian .....	IV-1
4.2. Perhitungan dengan Plaxis Model Mohr Coulomb .....	IV-2
4.2.1 Perencanaan Galian Basement dengan Model Kasus 1.....	IV-3
4.3. Perhitungan dengan Plaxis Model Hardening Soil.....	IV-12
4.3.1 Perencanaan Galian Basement dengan Model Kasus 2.....	IV-13
4.4. Hasil Perhitungan Nilai Faktor Keamanan dari Plaxis.....	IV-22
4.5. Perhitungan dengan Metode Konvensional.....	IV-23
4.5.1 Metode Bishop.....	IV-23
4.5.2 Perencanaan Galian Basement Pada Plaxis untuk perbandingan perhitungan dengan metode analitis (bishop).....	IV-26

## BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	V-1
5.2. Saran .....	V-2

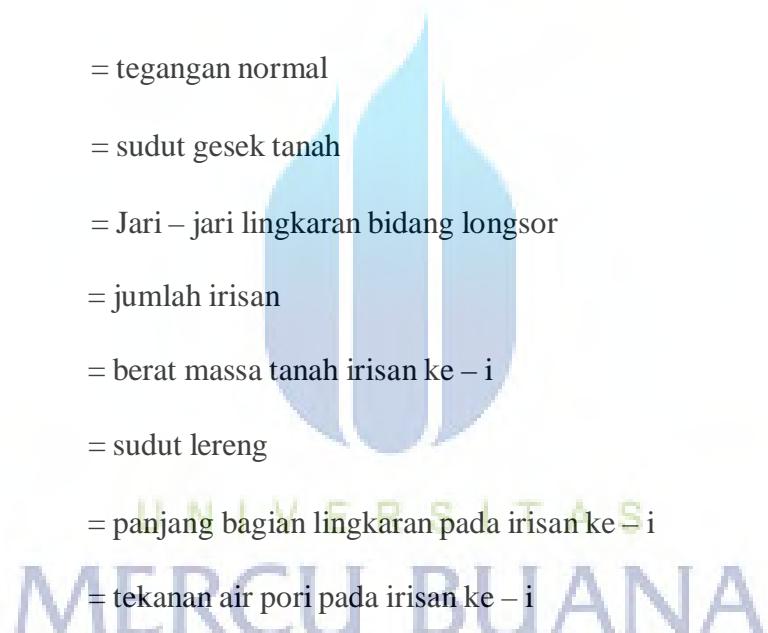
DAFTAR PUSTAKA .....	xii
LAMPIRAN - 1.....	xiii(a)
LAMPIRAN - 2.....	xiii(b)



## DAFTAR NOTASI

S	= kekuatan yang ada
Sm	= kekuatan yang dibutuhkan untuk menjaga kemantapan (kekuatan geser termobilisasi)
m	= Tegangan geser yang bekerja
Fk	= Faktor keamanan
Sn	= Kuat geser pada bidang yang dituju
$E_{50\text{ref}}$	= Secant Modulus (dari uji <i>Triaxial Drained</i> )
$E_{\text{oedref}}$	= Tangent Modulus dari <i>Primary Loading Oedometer Test</i>
$E_{\text{urref}}$	= Kekakuan <i>Unloading/Reloading</i>
M	= Pangkat dari Persamaan Kekakuan
Cc	= Index kompresi ( <i>compression index</i> )
Cr	= Index re-kompresi ( <i>swelling index or re-compression index</i> )
$E_{\text{init}}$	= nilai awal void ratio = $E_0$
V ur	= <i>Rasio Poisson unloading-reloading</i>
$P^{\text{ref}}$	= Tegangan acuan untuk parameter kekakuan tanah
$K_0^{\text{nc}}$	= koefisien tekanan tanah lateral dalam keadaan diam untuk tanah <i>normally consolidated</i> atau pasir lepas
Rt	= Rasio keruntuhan = $q_f / q_a$
$\sigma$ tension	= Kuat tarik
$\sigma$ inc	= Peningkatan nilai c per m kedalaman
T	= Gaya pelongsor
C	= Kohesi
Fs	= Angka Keamanan
Lc	= Panjang Bidang Longsor

M	= Momen Penggerak (seluruhnya)
W	= Berat Total Tanah
X	= Panjang lengan gaya berat tanah W
$s_m$	= kekuatan geser tanah yang dimobilisasikan.
L	= panjang total bidang geser
R	= jari-jari lingkaran.
$\tau$	= tahanan geser
c	= kohesi
$\sigma$	= tegangan normal
$\phi$	= sudut gesek tanah
R	= Jari – jari lingkaran bidang longsor
n	= jumlah irisan
$W_i$	= berat massa tanah irisan ke – i
$\theta_i$	= sudut lereng
$\alpha_i$	= panjang bagian lingkaran pada irisan ke $S_i$
$u_i$	= tekanan air pori pada irisan ke – i
$b_i$	= lebar irisan ke – i
$r_u$	= nilai banding tekanan pori
$\gamma$	= berat volume tanah
$h$	= tinggi irisan rata – rata
Pa	= tekanan tanah aktif
Pp	= tekanan tanah pasif
Ka	= koefisien tekanan tanah aktif
Kp	= koefisien tekanan tanah pasif



$H$	= tinggi dinding penahan
$\gamma'$	=berat isi tanah efektif
$E$	= modulus Young bahan tiang
$I$	= momen inersia penampang tiang
$Md$	= momen rencana
$M_{max}$	= momen maksimum teoretis
$Sn$	= Angka stabilitas
$\rho$	= Angka kelenturan
CPD	= Computational-Pressure-Diagram
$P_u$	= tahanan batas jangkar
$B$	= panjang jangkar ke arah kanan dari penampang
$\delta$	= sudut gesek
$F_c$	= faktor kelolosan ( <i>breakout factor</i> )
$P_u$	= tahanan batas
$\sigma'v$	= tegangan efektif vertikal rata-rata
$v$	= poisson ratio
$\psi$	= sudut dilatasi
$M$	= $Mo$
$C$	= Clay
$H$	= <i>High</i> (tinggi)
$L$	= <i>Low</i> (rendah)
$\gamma_{sat}$	= Berat volume basah (gram/cm <sup>3</sup> )
$\gamma_{unsat}$	= Berat volume kering (gram/cm <sup>3</sup> )
$\gamma_w$	= Berat volume air (gram/cm <sup>3</sup> )

Kx	= Permeabilitas horizontal
Ky	= Permeabilitas Vertikal
EA	= Kekuatan Normal
EI	= Kekuatan Lentur
d	= Tebal Ekivalen



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Perubahan tegangan akibat penggalian .....	II-31
Tabel 2.2.	Faktor keamanan minimum .....	II-43
Tabel 2.3.	Cara analisa kemantapan lereng .....	II-44
Tabel 2.4.	Beberapa fitur pada plaxis .....	II-51
Tabel 2.5.	Kaitan antara jenis tanah dan sudut kemiringan .....	II-61
Tabel 3.1.	Hasil pengujian sondir dan bor .....	III-2
Tabel 3.2.	Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan <i>unconfined compressive strength</i> dan berat jenis tanah jenuh untuk tanah kohesif .....	III-12
Tabel 3.3.	Korelasi N-SPT dengan <i>relative density</i> .....	III-12
Tabel 3.4.	Korelasi N-SPT dengan <i>qu</i> .....	III-13
Tabel 3.5.	Korelasi N-SPT dengan $\gamma$ untuk pasir .....	III-13
Tabel 3.6.	Korelasi N-SPT dengan $\gamma$ untuk lempung .....	III-13
Tabel 3.7.	Parameter Elastis Tanah .....	III-14
Tabel 3.8.	Hubungan Antara Kohesi, N-SPT dan Sudut Geser pada Tanah Lempung .....	III-14
Tabel 3.9.	Korelasi Berat Jenis Tanah Untuk Tanah Non Kohesif (Pasir) dan Kohesif (Lempung) .....	III-15
Tabel 3.10.	Hasil Korelasi Parameter Tanah Untuk Kondisi <i>Drained</i> pada Model <i>Mohr Coulomb</i> .....	III-17

Tabel 3.11.	Hasil Korelasi Parameter Tanah Untuk Kondisi <i>Drained</i> pada Model <i>Hardening Soil</i> .....	III-19
Tabel 4.1.	Hasil analisis perhitungan faktor keamanan dari plaxis .....	IV-22
Tabel 4.2.	Perhitungan metode bishop .....	IV-24

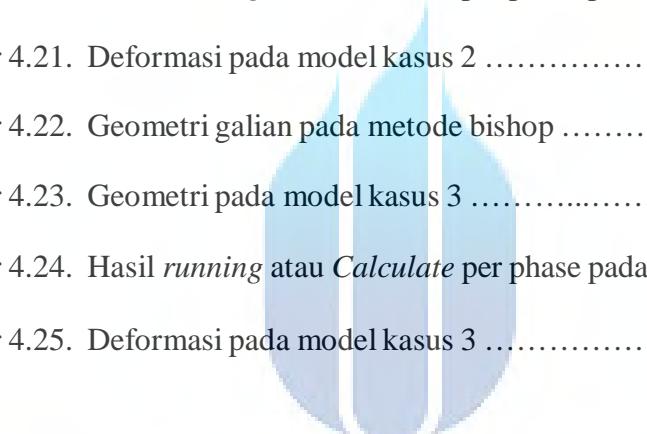


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Metode pada galian basement ( <i>open cut</i> ) .....	II-2
Gambar 2.1.	Beberapa macam tanah longsor .....	II-4
Gambar 2.2.	Metode galian secara umum .....	II-14
Gambar 2.3.	Mekanisme Keruntuhan pada lereng.....	II-17
Gambar 2.4.	Mekanisme Keruntuhan yang mungkin terjadi akibat beban pada permukaan.....	II-21
Gambar 2.5.	Kemantapan lereng penggalian dalam jangka waktu pendek dan panjang .....	II-29
Gambar 2.6.	Pengaruh iklim pada tegangan air pori di dalam lereng lempung.....	II-33
Gambar 2.7.	Pengaruh hujan langsung pada kemantapan lereng.....	II-34
Gambar 2.8.	perubahan tegangan air pori, muka air tanah, angka keamanan, akibat hujan terus-menerus pada lereng lempung.....	II-36
Gambar 2.9.	Analogi Gerakan Massa di Lereng.....	II-38
Gambar 2.10.	Bagan Klasifikasi Pergerakkan Massa Tanah.....	II-39
Gambar 2.11.	Pembagian blok kelongsoran menurut metode irisan.....	II-45
Gambar 2.12.	Detail potongan irisan dan gaya-gaya yang berlaku menurut metode irisan.....	II-46
Gambar 2.13.	Bentuk Bidang Longsor Datar.....	II-63
Gambar 2.14.	Kelongsoran Galian Berbentuk Lingkaran .....	II-64
Gambar 2.15.	Cara analisis lingkaran gelincir.....	II-66
Gambar 2.15.	Pengaruh bentuk bidang geser pada gaya-gaya antarsegmen.....	II-70

Gambar 3.1.	Denah titik uji sondir dan bor mesin .....	III-3
Gambar 3.2.	Ringkasan Hasil Laboratorium.....	III-6
Gambar 3.3.	Flow Chart dalam merencanakan kemantapan lereng pada galian basement .....	III-7
Gambar 3.4.	Flow Chart dalam perencanaan lereng pada program plaxis .....	III-8
Gambar 3.5.	Statigrafi pada proyek Gedung Pann Jakarta Pusat .....	III-10
Gambar 3.6.	Kondisi umum lokasi yang akan dibuat basement .....	III-11
Gambar 4.1.	Denah lahan galian yang akan dibuat basement .....	IV-1
Gambar 4.2.	Geometri Melintang Galian Basement dan Statigrafi Lapisan Tanah <i>Mohr Coulomb</i> dalam Kondisi <i>Drained</i> .....	IV-2
Gambar 4.3.	Geometri Pada Model Kasus 1.....	IV-3
Gambar 4.4.	<i>Input New Project</i> dan <i>Dimensions</i> pada <i>general setting (mohr Coulomb)</i> .....	IV-4
Gambar 4.5.	<i>Input</i> parameter tanah (material) pada tiap-tiap lapisan tanah yang sudah disiapkan ( <i>mohr Coulomb</i> ) .....	IV-6
Gambar 4.6.	Hasil kondisi tanah yang sudah dimesh ( <i>Mohr Coulomb</i> ).....	IV-7
Gambar 4.7.	Hasil daerah yang terdapat tekanan air pori ( <i>Mohr Coulomb</i> ) .....	IV-8
Gambar 4.8.	Jendela perhitungan dengan lembar-tab umum ( <i>Mohr Coulomb</i> ).IV-8	
Gambar 4.9.	Jendela input beban aktif ( <i>Mohr Coulomb</i> ) .....	IV-9
Gambar 4.10.	Hasil <i>running</i> atau <i>Calculate</i> per phase pada model 1.....	IV-10
Gambar 4.11.	Deformasi pada model kasus 1 .....	IV-11
Gambar 4.12.	Geometri Melintang Galian Basement dan Statigrafi Lapisan Tanah <i>hardening soil</i> dalam Kondisi <i>Drained</i> .....	IV-12
Gambar 4.13.	Geometri Pada Model Kasus 1 .....	IV-13

Gambar 4.14. <i>Input New Project</i> dan <i>Dimensions</i> pada <i>general setting (hardening soil)</i> .....	IV-14
Gambar 4.15. <i>Input</i> parameter tanah (material) pada tiap-tiap lapisan tanah yang sudah disiapkan ( <i>hardening soil</i> ) .....	IV-16
Gambar 4.16. Hasil kondisi tanah yang sudah dimesh ( <i>Hardeing Soil</i> ).....	IV-17
Gambar 4.17. Hasil daerah yang terdapat tekanan air pori ( <i>Hardeing Soil</i> )..	IV-18
Gambar 4.18.Jendela perhitungan dengan lembar-tab umum ( <i>Hardeing Soil</i> )	IV-18
Gambar 4.19. Jendela input beban aktif ( <i>Mohr Coulomb</i> ) .....	IV-19
Gambar 4.20. Hasil <i>running</i> atau <i>Calculate</i> per phase pada model 2.....	IV-20
Gambar 4.21. Deformasi pada model kasus 2 .....	IV-21
Gambar 4.22. Geometri galian pada metode bishop .....	IV-23
Gambar 4.23. Geometri pada model kasus 3 .....	IV-25
Gambar 4.24. Hasil <i>running</i> atau <i>Calculate</i> per phase pada model 3.....	IV-26
Gambar 4.25. Deformasi pada model kasus 3 .....	IV-27



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran - 1. Laporan Penyelidikan tanah proyek gedung pann ..... xiii(a)

Lampiran - 2. *Design for Slope Stability* .....xiii(b)

