

ANALISIS DINDING PENAHAN DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN TANAH BERDASARKAN PRINSIP PROBABILITAS

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Ziska Kusumawardani
NIM : D 100 080 004

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS DINDING PENAHAN DENGAN VARIASI SUDUT
KEMIRINGAN TANAH BERDASARKAN
PRINSIP PROBABILITAS**

Tugas Akhir

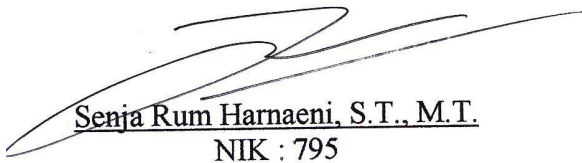
diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapkan Dewan Penguji
Pada tanggal : 30 Oktober 2012

diajukan oleh :

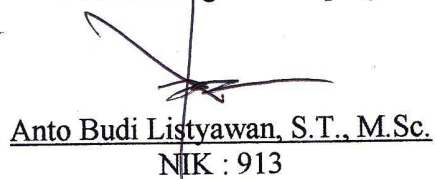
Ziska Kusumawardani
NIM : D 100 080 004

Susunan Dewan Penguji :

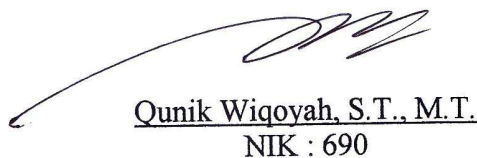
Pembimbing Utama


Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T.
NIK : 795



Pembimbing Pendamping


Anto Budi Listyawan, S.T., M.Sc.
NIK : 913

Anggota


Qunik Wigoyah, S.T., M.T.
NIK : 690

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta,


Dekan Fakultas Teknik

Ir. Agus Riyanto, M.T.
NIK : 483


Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

MOTTO

"Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar."

(Q.S Al Baqarah :153)

"Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan.
Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.
Karena itu bila selesai tugas, mulailah dengan yang lain dengan sungguh-sungguh.
Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kau berharap"

(Q.S Al Insyirah :5-8)

"Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak diketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu-nunggu."

(William Feather)

"Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri."

(Muhammad Ali)

"Life is a process of becoming; that is becoming better, bigger, stronger, and more influential."

(Mario Teguh)

"Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh."

(Confucius)

PERSEMBAHAN

Sebuah karya yang kecil ini akan kupersembahkan kepada semua yang menjadi bagian hidupku,

THE ALMIGHTY ALLAH SWT

Alhamdulillahirobbil'alamiin. Segala puji bagimu atas segala rahmat dan karunia yang selalu diberikan untukku, serta penerang dalam setiap langkahku hingga karya kecil ini mampu aku wujudkan dengan segala kemudahan dan izin darimu.

Bapak dan Ibuku tercinta,

Terima kasih untuk semua kasih sayang, cinta, doa dan pengorbanan yang begitu besar yang telah Bapak Ibu berikan untukku, dari kecilku hingga di perjalananku ini. Terimakasih untuk semua keringat dan air mata dalam setiap doa Bapak dan Ibu yang selama ini tiada henti menyertaiku. Semoga karya kecilku ini menjadi jalan untukku menjadi anak mampu untuk membanggakan dan membahagiakan Bapak dan Ibu tersayang.

Kakak dan Adikku tersayang,

Untuk saudaraku, mas Andhi, Ayu, dan juga mbak Imunk, terima kasih untuk semua semangat, doa, dan dukungan yang selama ini kalian berikan kepadaku. Terima kasih untuk semua waktu dan bantuan kalian, dan telah bersedia menjadi tempat setiap keluh kesahku.

Untuk keluargaku,

terima kasih banyak, dan karya kecil ini ku persembahkan untuk kalian. I love u all.

Someone Special,

Ka' ugi', terima kasih telah ada dalam hidupku dan selalu menjadi semangatku, serta dukungan dan doanya untukku. Terima kasih waktunya untuk selalu ada menemani, dalam suka dan dukaku, dan untuk selalu berjalan disampingku.

Almamaterku Teknik Sipil 2008,

Teman-teman sipil angkatan 2008 semuanya, yang tidak bisa kusebutkan satu per satu, terima kasih untuk dukungan dan doa kalian semua. Terima kasih untuk kebersamaan kalian selama ini.

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bersama ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Ir. H. Suhendro Tri Nugroho, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3) Bapak Ir. Sri Sunaryono, M.T.,Ph.D., selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan banyak pengarahan.
- 4) Ibu Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan.
- 5) Bapak Anto Budi Listyawan, ST, M.Sc., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 6) Ibu Qunik Wiqoyah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan masukan serta koreksi untuk kesempurnaan hasil Tugas Akhir ini.
- 7) Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen dan seluruh staff Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8) Bapak, Ibu, Kakak, Adik dan keluarga besarku tercinta yang selalu memberikan dorongan baik material maupun spiritual. Terima kasih untuk doa, kasih sayang, dan segala kekuatan yang telah diberikan selama ini.
- 9) Sahabat seperjuangan saya, Ditha Ayu Purnama Sari dan Antara Guam Yans Zweila, terima kasih untuk bantuan dan kerja samanya
- 10) Sahabat-sahabat Sipil angkatan 2008 semua yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan doa teman-teman semua.
- 11) Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta,..... 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGSAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
ABSTRAKSI	xiv
BAB I	PENDAHULUAN
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah	3
F. Keaslian Tugas Akhir	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
A. Dinding Penahan tanah	6
1. Klasifikasi Dinding Penahan	6
2. Kegunaan Dinding Penahan	7
B. Longsoran.....	8
C. Pengujian Bikonus Belanda	12
BAB III	LANDASAN TEORI
A. <i>CPT</i> (Sondir)	13

1. Penggunaan	13
2. Peralatan dan Perlengkapan	14
3. Pelaksanaan dan Pengoperasian	16
B. Tekanan Tanah Lateral	17
C. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah	18
1. Analisis Stabilitas Terhadap Penggeseran.....	18
2. Analisis Stabilitas Terhadap Penggulingan	19
3. Analisis Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah	20
D. Statistik.....	21
E. Pengukuran Tampilan Data.....	22
F. Distribusi Probabilitas.....	24
1. Distribusi Normal	24
2. Distribusi Gamma	24
3. Distribusi Beta	24
4. Distribusi Log-normal	25
G. Uji <i>Chi Kuadrat</i>	25
H. Pengenalan Program <i>MATLAB</i>	26
1. Mengetahui <i>MATLAB</i>	26
2. Fungsi <i>MATLAB</i>	26
3. Karakteristik <i>MATLAB</i>	27
I. Pengenalan Program <i>Crystal Ball</i>	28
1. Mengetahui <i>Crystal Ball</i>	28
2. Fungsi <i>Crystal Ball</i>	28

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Umum	29
B. Data Penelitian	29
C. Alat Bantu Penelitian	29
1. Program <i>MATLAB</i>	29
2. Program <i>Crystal Ball</i>	29

3. Program Gambar (<i>Autocad 2008</i>).....	29
4. Program <i>Microsoft Office 2007</i>	29
D. Tahapan Penelitian	30
E. Pelaksanaan Penelitian	32
1. Persiapan Pengambilan Data	32
2. Analisa Statistik	32
3. Uji Chi-Kuadrat	32
4. Analisa Stabilitas Dinding Penahan dengan Hitungan Manual dan Metode Probabilitas	33

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data CPT	35
B. Analisa Statistik	37
1. Analisa dengan Program <i>MATLAB</i>	37
2. Uji Chi-Kuadrat	39
C. Parameter-parameter Statistik	39
1. <i>Mean</i> (Rata-rata).....	39
2. <i>Standar Deviasi</i>	40
3. Koefesien Variasi	40
D. Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Manual	40
E. Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Metode Probabilitas	44

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

F. Kesimpulan	63
G. Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Perbandingan Keaslian Tugas Akhir.....	5
Tabel II.1. Klasifikasi longsoran menurut kecepatan peregerakan massa runtuhnya (Vernes, 1978)	11
Tabel II.2. Hubungan antara kepadatan relatif, sudut gesek dalam dan nilai N dari tanah pasir (Mayerhof, 1974)	12
Tabel V.1. Hasil data sondir yang dikorelasikan ke sudut gesek dalam	35
Tabel V.2. Hasil uji statistic untuk nilai χ^2 <i>best fit distribution</i>	39
Tabel V.3. Hasil perhitungan F pada setiap variasi sudut kemiringan	43
Tabel V.4. Rekapitulasi hasil analisis pada semua variasi sudut kemiringan	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Jenis Dinding Penahan	7
Gambar II.2. Longsoran Runtuhan	9
Gambar II.3. Longsoran Gelinciran	10
Gambar II.4. Longsoran Gulingan	10
Gambar II.5. Longsoran Aliran	11
Gambar III.1. Skema Alat alat sondir (SNI-2872,2008).....	14
Gambar III.2. Gravity Wall.....	18
Gambar IV.1. Bagan alir tahapan penelitian.....	31
Gambar IV.2. Bagan alir <i>MATLAB</i>	34
Gambar IV.3. Bagan alir <i>Crystal Ball</i>	34
Gambar V.1. Grafik hubungan kedalaman, perlawanan konus, dan susut gesek dalam	37
Gambar V.2. Uji statistic program <i>MATLAB</i>	38
Gambar V.3. Variasi struktur kemiringan tanah dinding penahan.....	41
Gambar V.4. Grafik nilai angka keamanan (F) perhitungan manual.....	43
Gambar V.5. Input data dinding penahan pada program <i>Crystal Ball</i>	44
Gambar V.6. Grafik frekuensi awal pada variasi I.....	46
Gambar V.7. Grafik frekuensi komulatif pada variasi I.....	47
Gambar V.8. Hasil uji statistik pada variasi I	48
Gambar V.9. Grafik frekuensi 50% F pada variasi I.....	49
Gambar V.10. Grafik frekuensi nilai $F > 1$ pada variasi I.....	51
Gambar V.11. Grafik frekuensi nilai $F > 1,5$ pada variasi I	52
Gambar V.12. Grafik frekuensi awal pada variasi II	54
Gambar V.13. Grafik frekuensi komulatif pada variasi II	55
Gambar V.14. Hasil uji statistik pada variasi II.....	56
Gambar V.15. Grafik frekuensi 50% F pada variasi II	57
Gambar V.16. Grafik frekuensi nilai $F > 1$ pada variasi II	59
Gambar V.17. Grafik frekuensi nilai $F > 1,5$ pada variasi II.....	60
Gambar V.18. Grafik nilai F pada tingkat keyakinan 50%	61
Gambar V.19. Grafik perbandingan nilai $F > 1$ <i>Crystal Ball</i>	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Lampiran tabel <i>Chi-Square</i> (X^2)
Lampiran II	Lampiran hasil perhitungan lereng manual
Lampiran III	Lampiran program <i>MATLAB</i>
Lampiran IV	Lampiran program <i>Crystal Ball</i>
Lampiran V	Lampiran konversi data sondir ke susut gesek dalam
Lampiran VI	Lampiran perhitungan standar deviasi

DAFTAR NOTASI

a	=	Lebar dimensi dinding penahan (m)
B	=	Lebar pondasi (m)
c	=	Kohesi (kN/m^2)
c'	=	Kohesi efektif (kN/m^2)
CPT	=	<i>Cone Penetration Test</i>
C_w	=	Bacaan nilai perlawanan konus (kg/cm^2)
d_c, d_q, d_γ	=	Faktor kedalaman <i>Hansen</i>
D_f	=	Kedalaman pondasi (m)
D_r	=	Kepadatan relatif (\circ)
F	=	Angka keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung
F_{gs}	=	Angka keamanan terhadap penggeseran
F_{gl}	=	Angka keamanan terhadap penggulingan
$f(x)$	=	Fungsi dari variabel kontinyu X
h	=	Kedalaman (m)
H	=	Tinggi dimensi dinding penahan (m)
H_o	=	Distribusi frekuensi hasil obeservasi sesuai dengan distribusi tertentu
H_i	=	Distribusi frekuensi hasil obeservasi tidak sesuai dengan distribusi tertentu
k	=	Jumlah kelas
K_a	=	Koefisien tekanan tanah aktif
K_p	=	Koefisien tekanan tanah pasif
m	=	Jumlah parameter statistik dari sampel
M	=	Momen
n	=	Jumlah data
N	=	Nilai uji SPT
P_a	=	Tekanan tanah aktif total (kN)
P_{ah}	=	Komponen gaya horizontal (kN)

P_{av}	=	Komponen gaya vertikal (kN)
PDF	=	Fungsi kepadatan probabilitas
q	=	Tekanan akibat beban struktur (kN/m)
q_c	=	Nilai tahanan ujung konus (kg/cm ²)
q_u	=	Kapasitas dukung ultimit (kN/m ²)
v	=	Derajat kebebasan
V	=	Koefesien variasi
x	=	<i>Mean</i> (rata-rata)
χ^2	=	Nilai <i>best fit distribution</i>
ϕ	=	Sudut gesek dalam (°)
α	=	<i>Level of significance</i>
β	=	<i>Sudut kemiringan tanah</i> (°)
μ	=	<i>Mean</i> (rata-rata)
σ	=	Standar deviasi
σ^2	=	Standar deviasi kuadrat
γ_1	=	berat isi tanah diatas muka air tanah (kN/m ³)
γ_{sat}	=	berat isi tanah dibawah muka air tanah (kN/m ³)
γ_{air}	=	berat isi air (kN/m ³)

ANALISIS DINDING PENAHAN DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN TANAH BERDASARKAN PRINSIP PROBABILITAS

ABSTRAKSI

Dinding penahan tanah sebagai suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah dari keruntuhan, memerlukan persyaratan tertentu dalam perencanaannya, salah satunya adalah faktor keamanan. Metode yang sering digunakan adalah metode deterministik, yang didasarkan pada keseragaman data *properties* tanah. Namun karena hampir semua data *properties* tanah itu sangat bervariasi, maka digunakan konsep analisis probabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keamanan dinding penahan, baik terhadap stabilitas penggeseran, penggulingan, serta kapasitas daya dukungnya.

Data *CPT* yang diambil dari lereng dengan tanah pasir di lokasi Sungai Jamuna, Bangladesh dengan kedalaman 12 meter dianalisis dengan metode statistik untuk menentukan distribusi frekuensinya dengan bantuan program *MATLAB*. Selanjutnya, untuk membandingkan nilai keamanan dari perhitungan manual digunakan aplikasi *Crystal Ball*. Perhitungan tekanan tanah dihitung menggunakan teori *Rankine* dan untuk perhitungan keruntuhan kapasitas dukung tanah digunakan persamaan *Hansen*. Variasi yang ada dalam penelitian ini adalah kemiringan tanah (β).

Hasil yang diperoleh dari analisis adalah nilai distribusi yang paling mewakili data sondir adalah pada distribusi normal dengan nilai χ^2 *best fit distribution* sebesar 0,26909. Nilai angka keamanan yang paling besar terjadi pada variasi kemiringan II, dengan nilai stabilitas penggulingan (F_{gl}) sebesar 3,9783 (manual) dan persentase nilai $F > 1$ sebesar 100% (*Crystal Ball*), stabilitas penggeseran (F_{gs}) sebesar 1,5983 (manual) dan persentase nilai $F > 1$ sebesar 97,021% (*Crystal Ball*), dan stabilitas terhadap daya dukung (F) sebesar 3,1725 (manual) dan persentase nilai $F > 1$ sebesar 99,186% (*Crystal Ball*). Secara keseluruhan dinding penahan dinyatakan aman dengan hasil analisis *Crystal Ball* yang menunjukkan kemungkinan dinding penahan tetap bertahan >90 % .

Kata kunci : *CPT, Dinding Penahan, Kemiringan, Hansen, MATLAB, Crystal Ball*