

**ANALISIS PONDASI TIANG BOR MENGGUNAKAN METODE
PROBABILITAS**

Tugas Akhir

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



diajukan oleh :

Dewi Puspitasari
NIM : D 100 100 032

Kepada

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

2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PONDASI TIANG BOR MENGGUNAKAN METODE PROBABILITAS

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 22 April 2015

oleh :

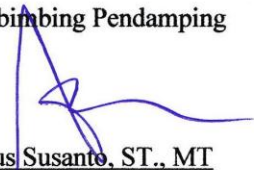
DEWI PUSPITASARI
NIM : D100 100 032

Susunan Dewan Penguji

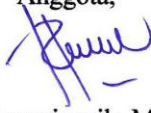
Pembimbing Utama


Anto Budi Listyawan, ST., Msc
NIK : 913

Pembimbing Pendamping


Agus Susanto, ST., MT
NIK : 787

Anggota,


Ir. Renaningsih, MT.
NIK: 733

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 teknik Sipil

Surakarta, 22 April 2015

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD.
NIK : 682

Ketua Progdi Teknik Sipil


Dr. Mochamad Solikin.
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dewi Puspitasari
NIM : D 100 100 032
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Analisis Pondasi Tiang Bor Menggunakan Metode
Probabilitas

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, April 2015

Yang menyatakan,



(Dewi Puspitasari)

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS PONDASI TIANG BOR MENGGUNAKAN METODE PROBABILITAS”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

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

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Dr. Mochamad Solikin. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Anto Budi Listyawan, ST., Msc., selaku Pembimbing Utama, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Agus Susanto, ST., MT., selaku Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Ibu Ir. Renaningsih, MT., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 6). Bapak Ir. Zilhardi Idris, MT., selaku Pembimbing Akademik.
- 7). Bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 9). Teman – teman teknik sipil angkatan 2010 seperjuangan.
- 10). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Amin*.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, April 2015

Penyusun

MOTTO

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)

Matahari pagi bersinar cerah, mandi berjemur dipantai Brazil. Kalau ingin masa depanmu cerah, pantanglah mundur sebelum urusanmu berhasil.

(Ayahanda)

Tumbuhkan ilmu untuk masa depanmu. Jangan sia-siakan masa mudamu hanya untuk main-main dan berfoya-foya. Ingat dihari tua nanti, engkau akan menyesal.

(Ibunda)

Usaha tanpa do'a, akan sia-sia. Berdo'a tanpa usaha, juga akan percuma. Apapun yang kita usahakan, iringilah dengan berusaha, ikhlas, ibadah dan berdo'a. Allah lebih menyayangi orang-orang yang mau berusaha & bekerja keras, tanpa melupakan bahwa kita (manusia) tiada berarti tanpa rahmat dan ridho yang diberikan oleh-Nya.

(Vipa Teknika)

PERSEMBAHAN

- *Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW*
- *Untuk keluarga kecilku tercinta. Bapak, Ibu, Kakakku Yulaika Hernawati, Ade Candra dan keponakan kecilku Audrey Fatiha Candra. Terima kasih atas segala doa, bimbingan, pelajaran-pelajaran yang berharga, financial, serta kasih sayang yang telah dilimpahkan kepada saya, yang telah memberikan semangat untuk terselesaikannya tugas akhir ini.*
- *Keluarga besar di Wonogiri, terima kasih atas doa dan dukungannya.*
- *Terima kasih kepada Vipa Teknik beserta keluarga yang telah mendoakan dan juga memberikan dukungan, sehingga terselesaikan tugas akhir ini.*
- *Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2010 terutama kepada Dede Agi Kusuma, Rintis Perwita Sari, Wedyorini Windi Astuti, Lilik Riyanti, Tri Purwanto, Achmad Hercahyo dan semua teman-teman seperjuangan dan seangkatan yang tidak bisa saya sebut satu persatu. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya, serta telah menjadi teman yang baik selama menempuh study, saya akan sangat merindukan kalian.*
- *Agama, Bangsa, Negara, serta Almamater dan semua pihak yang telah membantu dan tetangga yang berada dilingkunganku.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
PRAKATA	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
ABSTRAKSI	xviii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Masalah.....	3
F. Keaslian Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Reliabilitas di Ilmu Geoteknik.....	6
B. Pondasi	6
C. Pondasi Tiang Bor	8
1. Pengertian Pondasi Tiang Bor	8
2. Jenis Pondasi Tiang Bor	8

3. Fungsi Pondasi Tiang Bor	8
4. Pengujian Penetrasi Bikonus Belanda	9

BAB III LANDASAN TEORI

A. Pengertian SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)	11
B. Statistik	11
C. Pengukuran dan Tampilan Data	11
D. Distribusi Probabilitas	13
1. Distribusi Normal	13
2. Distribusi Gamma.....	13
3. Distribusi Beta	14
4. Distribusi Log-normal	14
E. Uji Chi-Kuadrat	14
F. Pengenalan Program <i>MATLAB</i>	15
G. Analisis Kapasitas Pondasi Tiang Bor	15
H. Pengenalan Program <i>Crystal Ball</i>	16
1. Mengenal <i>Crysyal Ball</i>	16
2. Fungsi <i>Crystal Ball</i>	17

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Umum	18
B. Data Penelitian.....	18
C. Alat Bantu Penelitian.....	18
1. Program <i>MATLAB</i>	18
2. Program <i>Crystal Ball</i>	18
3. Program Gambar (<i>Autocad 2007</i>)	18
4. Program <i>Microsoft Office</i>	18
D. Tahapan Penelitian	19
E. Pelaksanaan Penelitian	23

1. Persiapan pengambilan data	23
2. Analisis statistik.....	23
3. Uji <i>Chi</i> -kuadrat	23
4. Analisis stabilitas pondasi dengan hitungan manual	23
5. Analisis stabilitas pondasi dengan metode probabilitas	24

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Data SPT Hotel Quest	25
B. Analisis Kapasitas Pondasi Tiang Bor	28
1. Penyiapan Data	29
2. Perhitungan Kapasitas Pondasi Tiang Bor	32
3. Perhitungan Angka Keamanan	37
C. Analisis Statistik.....	40
1. Persiapan Data pada Program <i>MATLAB</i>	40
2. Nilai <i>Chi</i> -kuadrat (χ^2)	40
3. Uji <i>Chi</i> -kuadrat (χ^2)	42
D. Parameter-Parameter Statistik	46
1. <i>Mean</i> (nilai rata-rata)	46
2. <i>Standart deviasi</i>	46
3. Koefisien variasi (<i>V</i>)	47
E. Analisis Pondasi Tiang Bor dengan Metode Probabilitas	
Menggunakan Program <i>Crystal Ball</i>	48
1. Perhitungan pada titik DB-1	49
2. Perhitungan pada titik DB-3	52
3. Perhitungan pada titik DB-5	55
4. Perhitungan pada gabungan semua titik	58

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	63
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1.	Profil tanah SPT.....	4
Gambar IV.1	Bagan alir penelitian.....	20
Gambar IV.2.	Bagan alir MATLAB.....	21
Gambar IV.3.	Bagan alir program <i>Crystal Ball</i>	22
Gambar V.1.	Detail tiang bor	28
Gambar V.2.	Hasil uji statistik program <i>MATLAB 7.0</i> DB-1.....	41
Gambar V.3.	Contoh input data DB-1 N-SPT.....	49
Gambar V.4.	Grafik frekuensi 100% pada titik DB-1 N-SPT.....	49
Gambar V.5.	Hasil uji statistik pada titik DB-1 N-SPT	50
Gambar V.6.	Grafik frekuensi 50% SF pada titik DB-1	50
Gambar V.7.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-1 (awal)	51
Gambar V.8.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-1 (akhir)	51
Gambar V.9.	Contoh input data DB-3 N-SPT	52
Gambar V.10.	Grafik frekuensi 100% pada titik DB-3 N-SPT.....	52
Gambar V.11.	Hasil uji statistik pada titik DB-3 N-SPT	53
Gambar V.12.	Grafik frekuensi 50% SF pada titik DB-3	53
Gambar V.13.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-3 (awal)	54
Gambar V.14.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-3 (akhir).....	54
Gambar V.15.	Contoh input data DB-5 N-SPT	55
Gambar V.16.	Grafik frekuensi 100% pada titik DB-5 N-SPT.....	55
Gambar V.17.	Hasil uji statistik pada titik DB-5 N-SPT	56
Gambar V.18.	Grafik frekuensi 50% SF pada titik DB-5.....	56
Gambar V.19.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-5 (awal)	57
Gambar V.20.	Grafik frekuensi 90% SF pada titik DB-5 (akhir).....	57
Gambar V.21.	Contoh input data gabungan semua titik	58
Gambar V.22.	Grafik frekuensi 100% pada gabungan semua titik.....	58
Gambar V.23.	Hasil uji statistik pada gabungan semua titik	59
Gambar V.24.	Grafik frekuensi 50% SF pada gabungan semua titik	59

Gambar V.25. Grafik frekuensi 90% SF pada gabungan semua titik (awal)	60
Gambar V.26. Grafik frekuensi 90% SF pada gabungan semua titik (akhir)	60
Gambar V.27. Grafik tingkat keyakinan 90% (awal).....	61
Gambar V.28. Grafik perbandingan tingkat keyakinan 90% (awal dan akhir)	62

DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Variasi titik bor	3
Tabel V.1.	DB-1 N-SPT	25
Tabel V.2.	DB-3 N-SPT	26
Tabel V.3.	DB-5 N-SPT	27
Tabel V.4.	Konversi dari nilai q_c ke c_u (DB-1).....	30
Tabel V.5.	Konversi dari nilai q_c ke c_u (DB-3).....	31
Tabel V.6.	Konversi dari nilai q_c ke c_u (DB-5).....	31
Tabel V.7.	Hasil uji statistik untuk nilai x^2 <i>best fit distribution</i> (c_u)	41
Tabel V.8.	Hasil perhitungan x^2 <i>best fit distribution</i> pada setiap titik dan gabungan.....	45
Tabel V.9.	Hasil perhitungan nilai <i>mean</i> untuk setiap titik dan gabungan semua titik	46
Tabel V.10.	Hasil perhitungan nilai standart deviasi untuk setiap titik dan gabungan semua titik	47
Tabel V.11.	Hasil perhitungan nilai koefisien variasi untuk setiap titik dan gabungan semua titik	48
Tabel V.12.	Rekapitulasi hasil data semua titik dan gabungan semua titik	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lampiran data tanah Hotel Quest Solo	L-1
Lampiran 2	Lampiran tabel <i>Chi-Square</i> (X^2).....	L-2
Lampiran 3	Lampiran hasil perhitungan pondasi manual	L-3
Lampiran 4	Lampiran program <i>MATLAB</i> 7.0	L-4
Lampiran 5	Lampiran program <i>Crystal Ball</i>	L-5

DAFTAR NOTASI

A_b	=	Luas penampang ujung bawah tiang (m^2)
A_s	=	Luas selimut tiang (m^2)
α	=	<i>Level of significance.</i>
c_b	=	Kohesi tak terdrainase tanah di bawah dasar tiang (kN/m^2)
c_u	=	Kohesi tak terdrainase di sepanjang tiang (kN/m^2)
d	=	Diameter tiang (m)
e_i	=	Frekuensi yang diharapkan
γ_b	=	Berat isi tanah basah (ton/m^3)
γ_{sat}	=	Berat isi tanah jenuh (ton/m^3)
γ_w	=	Berat isi air (ton/m^3)
γ'	=	Berat isi tanah efektif (ton/m^3)
H_0	=	Distribusi frekuensi hasil observasi sesuai (<i>fit</i>) dengan distribusi tertentu.
H_1	=	distribusi frekuensi hasil observasi tidak sesuai dengan distribusi tertentu.
k	=	Jumlah interval kelas
$\ln$	=	logaritma natural
m	=	parameter populasi dari statistik sampel
$\bar{\mu}$	=	<i>Mean</i> (nilai rata-rata)
μ	=	Faktor koreksi, dengan ($\mu = 0,8$, $d < 1$ m) dan ($\mu = 0,75$, $d > 1$ m)
n	=	Jumlah data
n_t	=	Jumlah tiang
N_c	=	Faktor kapasitas dukung ($N_c = 9$)

$N_{e'}$	=	Konstanta tergantung macam tanah dan OCR (umumnya diambil antara 9 sampai 15)
σ_i	=	Frekuensi pengamatan
P	=	Beban total (kN)
p_o'	=	Tekanan efektif akibat tanah di atasnya pada kedalaman (kg/cm^2)
q_c	=	Tahanan konus (kg/cm^2)
Q_a	=	Kapasitas tiang ijin (kN)
Q_b	=	Tahanan ujung ultimit tiang (kN)
Q_s	=	Tahanan gesek ultimit (kN)
Q_u	=	Kapasitas ultimit netto tiang (kN)
r	=	Jari-jari lingkaran (m)
SF	=	Faktor angka aman
SF_{akt}	=	Faktor angka aman aktual
t	=	Tinggi tiang (m)
V	=	Koefisien variasi
v	=	Derajat kebebasan
χ^2	=	Chi- kuadrat
Z	=	Kedalaman pembacaan pada SPT (m)
σ	=	Standart deviasi
σ^2	=	Standart deviasi kuadrat

ANALISIS PONDASI TIANG BOR MENGGUNAKAN METODE PROBABILITAS

Dewi Puspitasari

Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani
Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta
e-mail : dpuspita388@gmail.com

ABSTRAKSI

Tugas ini dimaksudkan untuk menganalisis pondasi tiang bor dengan menggunakan prinsip probabilitas. Hasil data SPT-Test pada pembangunan hotel Quest Solo digunakan dalam analisis model probabilitas yang selanjutnya dipakai untuk analisis pondasi tiang bor. Kedalaman Pondasi tiang bor 12 m , diameter tiang yang digunakan 0,6 m, beban total (P) = 43.354,455 kN. Analisis pondasi tiang bor menggunakan dua metode, dengan menggunakan model deterministik (manual) dan menggunakan model probabilitas. Data SPT-Test dianalisis dengan metode statistik, untuk menentukan distribusi frekuensinya dan memastikan parameter-parameter statistik antara lain: *Mean*, Standart deviasi, koefisien variasi. Nilai c_u sebagai variabel pada perhitungan pondasi tiang bor dan menghasilkan nilai Chi-kuadrat (χ^2) berupa empat jenis distribusi, distribusi normal, gamma, beta, dan log normal. Pengujian kesesuaian distribusi frekuensi menggunakan metode Chi-Kuadrat. Data-data statistik diolah dengan *Software MATLAB*. Data statistik dari *MATLAB* digunakan untuk merancang dan menganalisis pondasi tiang dengan metode probabilitas menggunakan *Software Crystall Ball 7.0*. Hasil yang diperoleh dari analisis adalah sebagai berikut : Dari hasil analisis program *MATLAB 7.0* dapat dilihat bahwa hasil untuk nilai χ^2 pada titik DB-1,DB-3,DB-5,dan gabungan nilai distribusinya adalah Normal ; Dari hasil analisis program *MATLAB 7.0* dapat dilihat bahwa hasil yang paling fit (*best fit distribution*) pada semua titik dan gabungan semua titik $< \chi^2 (0.05 ; 1) (3,841)$ didapat dari tabel nilai distribusi χ^2 , artinya data distribusi normal dapat dipakai, Dari hasil analisis program *Crystal Ball*, untuk nilai SF (2,5) dengan tingkat keyakinan 90% - 95% didapat jumlah tiang yang lebih banyak dibandingkan dengan cara deterministik ; Dari hasil analisis program *Crystal Ball* yang dicoba sebanyak 100.000 kali, dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapat lebih teliti dibanding dengan cara deterministik.

Kata kunci: *SPT-Test, pondasi tiang bor , MATLAB, Crystal Ball*