

TUGAS AKHIR

KEANDALAN METODE-METODE ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG MENGGUNAKAN DATA SONDIR DI TANAH LUNAK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Lambung Mangkurat



Disusun Oleh:

Noor Aisyah

NIM. 2110811120023

Pembimbing:

Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T.,M.T

NIP. 19750719 200003 1 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

BANJARBARU

2025

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Keandalan Metode-Metode Analisis Daya Dukung Tiang
Menggunakan Data Sondir di Tanah Lunak

Oleh

Noor Aisyah (2110811120023)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Januari 2025 dan
dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 19720826 199802 1 001

Anggota 1 : Ir. Humaira Afrila, S.T., M.T.

NIP. 19950411 202321 2 036

Anggota 2 : Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, S.T., M.T.

NIP. 19740809 200003 1 001

Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Ir. Yulian Firmana


Arifin, S.T., M.T.,

NIP. 19750719 200003 1 001


Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil,


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noor Aisyah
NIM : 2110811120023
Fakultas : Teknik
Program Studi : S-1 Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Keandalan Metode-Metode Analisis Daya Dukung
Tiang Menggunakan Data Sondir di Tanah Lunak
Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T.,
M.T.,

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, Januari 2025
Penulis

Noor Aisyah
2110811120023

ABSTRAK

Pengujian Sondir pada proyek ini dilakukan untuk mengetahui kedalaman tanah keras dan spesifikasi tanah. Daya dukung tiang kemudian dianalisis menggunakan data sondir yang dimasukkan kedalam perhitungan. Perhitungan analisis daya dukung tiang menggunakan data sondir di tanah lunak terutama pada proyek ini berada di Banjarmasin. Data yang didapat pada uji sondir adalah daya dukung kerucut (q_c), gesekan selubung (f_s).

Dalam perhitungan kali ini metode yang digunakan ada 16 metode, yaitu (Metode Schmertmann-Nottingham (1975), Metode de Ruiter & Beringen (1979), Metode LCPC (1982), Metode Tumay and Fakhroo, Metode Aoki & de Alencar (1975), Metode Price & Wardle (1982), Metode Philipponnat, Metode Penpile, Metode NGI, Metode ICP, Metode UWA, Metode CPT-2000, Metode Fugro, Metode Purdue-CPT, Metode Probabilistic, Metode UF, Metode Togliani, Metode Zou. Dimana dalam perhitungan ini akan didapat daya dukung satuan (q_b), daya dukung satuan tiang (q_s), dan daya dukung ultimit (Q_u). Dimana dalam perhitungan ini diamati 2 titik sondir yaitu titik sondir 2 dan titik sondir 3.

Melalui hasil perhitungan pada penelitian ini, maka didapatkan hasil daya dukung ultimit (Q_u) pada titik sondir 2 sebesar 233.29 ton, hasil daya dukung ujung (q_b) sebesar 203.44 ton, hasil daya dukung satuan tiang (q_f) sebesar 29.86 ton, dan daya dukung ultimit (Q_u) pada titik sondir 3 sebesar 236.94 ton, hasil daya dukung ujung (q_b) sebesar 168.03, hasil daya dukung satuan tiang (q_f) sebesar 68.91 ton.

Maka dapat disimpulkan bahwa metode yang paling mendekati nilai daya dukung ultimit PDA pada uji sondir di titik 2 adalah metode Philipponnat dengan nilai daya dukung ultimit sebesar 255.20 ton dengan selisih 0.47 % kemudian Metode UWA dan CPT-2000 dengan nilai daya dukung ultimit sebedar 263.25 ton dengan selisih 3.64 %.

Kemudian metode yang paling mendekati nilai daya dukung ultimit PDA pada uji sondir di titik 3 adalah metode Aoki and De Alencar dengan nilai daya dukung ultimit sebesar 251.11 ton dengan selisih -1.14 % kemudian Metode Zhou dengan nilai daya dukung ultimit sebedar 245.40 ton dengan selisih -3.38 % dan Metode Fugro dengan nilai daya dukung ultimit sebesar 242.87 ton dengan selisih

-4.38

%.

Kata kunci: Daya dukung tiang, Uji sondir, Metode Togliani, Daya dukung ultimit

ABSTRACT

Sondir testing in this project was carried out to determine the depth of hard soil and soil specifications. The bearing capacity of the pole was then analyzed using sondir data that was included in the calculation. The calculation of the pole carrying capacity analysis using sondir data on soft soil, especially in this project is in Banjarmasin. The data obtained in the sondir test are cone bearing capacity (qc), sheath friction (fs).

In this calculation, there are 16 methods used, namely (Schmertmann-Nottingham Method (1975), de Ruiter & Beringen Method (1979), LCPC Method (1982), Tumay and Fakhroo Method, Aoki & de Alencar Method (1975), Price & Wardle Method (1982), Philipponnat Method, Penpile Method, NGI Method, ICP Method, UWA Method, CPT-2000 Method, Fugro Method, Purdue-CPT Method, Probabilistic Method, UF Method, Togliani Method, Zou's Method. Where in this calculation will get the unit carrying capacity (qb), the pole unit carrying capacity (qs), and the ultimate carrying capacity (Qu). Where in this calculation 2 sondir points are observed, namely sondir point 2 and sondir point 3.

Through the results of the calculation in this study, the ultimate carrying capacity (Qu) at sondir point 2 was 233.29 tons, the end bearing capacity (qb) was 203.44 tons, the pile unit carrying capacity (qf) was 29.86 tons, and the ultimate carrying capacity (Qu) at sondir point 3 was 236.94 tons, the end carrying capacity (qb) was 168.03, The carrying capacity of the pole unit (QF) is 68.91 tons.

Therefore, it can be concluded that the method closest to the ultimate carrying capacity value of PDA in the sondir test at point 2 is the Philipponnat method with an ultimate carrying capacity value of 255.20 tons with a difference of 0.47% then the UWA and CPT-2000 methods with an ultimate carrying capacity value of 263.25 tons with a difference of 3.64%.

Then the method closest to the ultimate carrying value of PDA in the sondir test at point 3 is the Aoki and De Alencar method with an ultimate carrying capacity value of 251.11 tons with a difference of -1.14 %, then the Zhou Method with an ultimate carrying capacity value of 245.40 tons with a difference of -3.38 % and

the Fugro Method with an ultimate carrying capacity value of 242.87 tons with a difference of -4.38 %.

Keywords: *Pole carrying capacity, Sondir test, Togliani method, Ultimate bearing capacity*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan hidayahnya, serta shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang telah membawa kita dari zaman yang gelap hingga zaman yang terang benerang penuh ilmu pengetahuan. Dengan segala keterbatasan yang dibekali niat, usaha, dan doa akhirnya saya mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Keandalan Metode-Metode Analisis Daya Dukung Tiang Menggunakan Data Sondir di Tanah Lunak". Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tentunya saya menerima banyak bantuan, bimbingan dan juga *support* yang menjadi motivasi, dan semangat saya dalam melaksanakan tanggung jawab sehingga bisa menyelesaikan kuliah saya dengan baik.

Pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah terlibat, baik memotivasi dan/atau membantu saya dalam proses penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Allah SWT yang telah memberi saya kenikmatan dan kemudahan sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini.
2. Abah, Mama, dan Ading serta keluarga besar saya yang senantiasa mendukung dan memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta semangat untuk saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof Dr-ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing utama, atas kebaikan, kesabaran, dan kemurahan hati baik dalam membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
4. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. , Prof Dr. Ir. Rusdiansyah S.T., M.T. , dan Ibu Humaira Afrila, S.T., M.T. selaku dosen penguji.

6. Ibu Ir. Ida Barkiah, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang menuntun saya selama perkuliahan.
7. Segenap dosen, pengajar, dan instruktur laboratorium Program Studi S-1 Teknik Sipil ULM yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kritik, saran, dan masukan selama perkuliahan.
8. Kakak-kakak dan adik-adik tingkat di Program Studi S-1 Teknik Sipil ULM terkhusus seseorang yang tidak bisa penulis sebutkan namanya, yang telah menemani, membantu, memberi saran, dan masukan selama perkuliahan.
9. Kawan-kawan seperjuangan Program Studi S-1 Teknik Sipil Angkatan 2021 yang menjadi rekan-rekan selama perkuliahan.
10. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Sipil ULM yang sudah menjadi wadah untuk saya membangun karakter dan pola pikir agar menjadi pribadi yang lebih baik, yang telah memberikan saya banyak pengalaman, dan memberikan arti dari sebuah kebersamaan dan tanggung jawab.
11. Teman-teman grup Pejuang Dakwah, Nyenyeny, Ni'matul Khalisah, Nor Nida Yuliana, dan RizkyAmalia yang telah menjadi tempat saya berkeluh kesah dari sekolah hingga perkuliahan, serta memberikan bantuan dan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
12. Kawan-kawan sebimbing skripsi yang telah membantu dan menemani dalam mengerjakan skripsi.
13. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Perencanaan.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Perencanaan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pondasi Tiang.....	7
2.2 Daya Dukung Tiang.....	8
2.3 Pengujian Sondir.....	12
2.4 Tanah Lunak.....	17
2.4.1 Karakteristik Tanah Lunak.....	18
2.4.2 Kekuatan Geser Tanah Lunak.....	18
2.4.3 Tantangan Konstruksi pada Tanah Lunak.....	19
2.4.4 Kompresibilitas dan Perilaku Penurunan Tanah Lunak.....	20

2.4.5	Dampak terhadap Desain Pondasi	21
2.5	Metode-Metode Analisis Daya Dukung Tiang	22
2.5.1	Metode Schmertmann	22
2.5.2	Metode De Ruiters and Beringen	26
2.5.3	Metode LCPC (Bustamante and Ganesellia)	28
2.5.4	Metode Tumay and Fakhroo	34
2.5.5	Metode Aoki and De Alencar	35
2.5.6	Metode Prince and Wardle	37
2.5.7	Metode Philipponnat	38
2.5.8	Metode Penpile	40
2.5.9	Metode NGI	41
2.5.10	Metode UWA	44
2.5.11	Metode CPT-2000	46
2.5.12	Metode Fugro	49
2.5.13	Metode Purdue-CPT	51
2.5.14	Metode UF	53
2.5.15	Metode Togliani	55
2.5.16	Metode Zhou	57
2.6	Tes <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA)	59
2.6.1	Pengertian dan Prinsip Kerja PDA	59
2.6.2	Parameter yang Diukur dalam Tes PDA	61
2.6.3	Perbandingan Hasil PDA dengan Metode Lain	62
BAB III METODOLOGI		65
3.1	<i>Flowchart</i>	65
3.2	Studi Literatur	67

3.3	Pengumpulan Data Sekunder	67
3.4	Pengolahan Data.....	68
3.4.1	Perhitungan Daya Dukung Ultimit Berdasarkan Data Sondir	68
3.4.2	Data Hasil Pengujian Tes PDA (<i>Pile Driving Analyzer</i>).....	85
3.5	Metode Analisa Data.....	86
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		88
4.1	Klasifikasi Tanah	88
4.2	Perhitungan Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir.....	103
4.2.1	Metode Schmertmann	103
4.2.2	Metode de Ruitter & Beringen.....	107
4.2.3	Metode LCPC (Bustamante and Ganesellia)	110
4.2.4	Metode Tumay and Fakhroo.....	111
4.2.5	Metode Aoki and De Alencar	113
4.2.6	Metode Price and Wardle	116
4.2.7	Metode Phillippomat.....	117
4.2.8	Metode Penpile	119
4.2.9	Metode NGI.....	122
4.2.10	Metode UWA.....	124
4.2.11	Metode CPT-2000.....	125
4.2.12	Metode Fugro.....	127
4.2.13	Metode Purdue-CPT.....	128
4.2.14	Metode UF	129
4.2.15	Metode Togliani.....	131
4.2.16	Metode Zhou.....	133

4.3	Data Daya Dukung Pondasi Tiang berdasarkan Hasil Pengujian Tes PDA	134
4.4	Perbandingan Daya Dukung Ultimit Berdasarkan Data Sondir dan Data Tes PDA.....	136
4.5	Selisih Perbandingan Daya Dukung Ultimit Berdasarkan Data Sondir dan Data Tes PDA	137
4.6	Perbandingan Daya Dukung Izin Berdasarkan Data Sondir dan Data Tes PDA.....	139
4.7	Selisih Perbandingan Daya Dukung Izin Berdasarkan Data Sondir dan Data Tes PDA.....	140
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		143
5.1	Kesimpulan	143
5.2	Saran.....	146
DAFTAR PUSTAKA		148

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perhitungan resistansi ujung kerucut (q_c) rata-rata dalam Metode Schmertmann.....	23
Gambar 2. 2 Kurva desain penetrasi untuk f_s tiang pancang untuk lempung dalam Metode Schmertmann	24
Gambar 2. 3 Kurva desain penetrasi untuk f_s tiang pancang untuk pasir dalam Metode Schmertmann	24
Gambar 2. 4 Perhitungan resistansi ujung rata-rata ($q_{c,s}$ (side)) untuk metode LCPC	29
Gambar 2. 5 Kurva f_{max} untuk pasir dan kerikil untuk metode LCPC.....	31
Gambar 2. 6 Kurva f_{max} untuk lempung dan lanau untuk metode LCPC	33
Gambar 2. 7 α vs $q_{c,s}$ Metode Zhou	57
Gambar 2. 8 β vs f_s Metode Zhou	58
Gambar 2. 9 Alat <i>File Driving Analyzer</i> (PDA)	60
Gambar 3. 1 Diagram Alur Perancangan	66
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Kantor Wilayah DJBC.....	67
Gambar 3. 3 Grafik Pengujian Uji Sondir Titik 2.....	73
Gambar 3. 4 Grafik Pengujian Uji Sondir Titik 3.....	79
Gambar 4. 1 Tiang pancang yang di uji pada Proyek Kanwil DJBC	135
Gambar 4. 2 Foto Tiang pancang yang di uji pada Proyek Kanwil DJBC	135
Gambar 4. 3 Grafik Keselarasan nilai Q_u Metode dan Q_u Tes PDA pada Proyek Kanwil DJBC	136
Gambar 4. 4 Grafik Keselarasan nilai Q_u Metode dan Q_u Tes PDA pada Proyek Kanwil DJBC	137
Gambar 4. 5 Selisih Perbandingan antara Daya Dukung Ultimat Metode dan Tes PDA pada Uji Sondir Titik 2.....	138

Gambar 4. 6 Selisih Perbandingan antara Daya Dukung Ultimit Metode dan Tes PDA pada Uji Sondir Titik 3.....	138
Gambar 4. 7 Grafik Keselarasan nilai Q_i Metode dan Q_i Tes PDA pada Proyek Karwil DJBC pada Uji Sondir Titik 2	139
Gambar 4. 8 Grafik Keselarasan nilai Q_i Metode dan Q_i Tes PDA pada Proyek Karwil DJBC pada Uji Sondir Titik 3	140
Gambar 4. 9 Selisih Perbandingan antara Daya Dukung Izin Metode dan Tes PDA pada Uji Sondir Titik 2.....	141
Gambar 4. 10 Selisih Perbandingan antara Daya Dukung Izin Metode dan Tes PDA pada Uji Sondir Titik 3.....	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor daya dukung (K_b) Metode LCPC	28
Tabel 2. 2 Kategori tiang untuk metode LCPC	30
Tabel 2. 3 Parameter masukan untuk pasir dan kerikil untuk metode LCPC	31
Tabel 2. 4 Parameter masukan untuk lempung dan lanau untuk metode LCPC ...	32
Tabel 2. 5 Faktor empiris F_b dan F_s	35
Tabel 2. 6 Nilai factor empiris αs untuk berbagai jenis tanah	36
Tabel 2. 7 Faktor empiris F_b dan F_s	37
Tabel 2. 8 Nilai K_s dan K_b	37
Tabel 2. 9 Faktor daya dukung	39
Tabel 2. 10 Faktor empiris F_s	39
Tabel 2. 11 Faktor Empiris untuk Gesekan kulit F_s	54
Tabel 2. 12 Faktor Resistensi Ujung untuk Nilai K_s	54
Tabel 3. 1 Data Pengujian Uji Sondir Titik 2 69	
Tabel 3. 2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Grafik Hasil Data Uji CPT	74
Tabel 3. 3 Data Pengujian Uji Sondir Titik 3	75
Tabel 3. 4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Grafik Hasil Data Uji CPT	80
Tabel 3. 5 Data dan Hasil Pengujian Tes <i>Pile Driving Analyzer</i>	86
Tabel 4. 1 Klasifikasi tanah dan tingkat konsistensinya pada titik S2 proyek Kanwil DJBC	89
Tabel 4. 2 Klasifikasi tanah dan tingkat konsistensinya pada titik S3 proyek Kanwil DJBC	96
Tabel 4. 3 Nilai q_c 0,7D-4D dibawah ujung tiang	104
Tabel 4. 4 Nilai q_c 8D diatas ujung tiang	104
Tabel 4. 5 Perhitungan tahanan selimut metode Schmertmann	105
Tabel 4. 6 Nilai q_c 0-7D-4D dibawah ujung tiang	107

Tabel 4. 7 Nilai qc 8D diatas ujung tiang.....	108
Tabel 4. 8 Nilai qc 0.7-4D dibawah ujung tiang.....	112
Tabel 4. 9 Nilai qc 8D diatas ujung tiang.....	112
Tabel 4. 10 Nilai qc 0-7-4D dibawah ujung tiang.....	119
Tabel 4. 11 Nilai qc 8D diatas ujung tiang.....	120