

TUGAS AKHIR
ANALISIS NUMERIK DAYA DUKUNG TIANG BOR DIAMETER 10 CM
DI TANAH LUNAK

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memenuhi Kurikulum Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun oleh:

Tassya Amelia Puteri

NIM. 2010811120025

Dosen Pembimbing:

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

NIP. 197507192000031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
Analisis Numerik Daya Dukung Tiang Bor Diameter 10 cm di Tanah Lunak

Oleh
Tassya Amelia Puteri (2010811120025)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 12 Januari 2024 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Markawie, M.T.

NIP. 19631016 199201 1 001

Anggota 1 : Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T., M.T.

NIP. 19740809 200003 1 001

Anggota 2 : Dr. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T.

NIP. 19841031 200812 1 001

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

Utama NIP. 19750719 200003 1 001

Banjarbaru, 12.01.2024

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

ANALISIS NUMERIK DAYA DUKUNG TIANG BOR DIAMETER 10 CM DI TANAH LUNAK

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

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Koresponden penulis: tassyaameliaputeri@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu metode untuk menganalisis besarnya daya dukung aksial pondasi tiang bor adalah dengan metode Elemen Hingga menggunakan program *Plaxis 2D*. Tujuan tugas akhir ini adalah menganalisis hasil uji pembebanan (*loading test*) tiang bor di lapangan dengan metode Elemen Hingga untuk panjang tiang yang berbeda. Parameter-parameter tanah dari Elemen Hingga ini diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi daya dukung tiang bor di tanah lunak. Hasil daya dukung pada *Plaxis 2D* dapat digunakan setelah hasil kurva antar beban dengan penurunan *loading test* dan *Plaxis 2D* menunjukkan kesesuaian (tidak jauh berbeda).

Daya dukung dihitung dengan metode analitis dari uji sondir dan 3 interpretasi metode dari hasil uji pembebanan (*loading test*). Berdasarkan hasil analisis daya dukung tiang yang didapat dari data CPT dengan menggunakan metode Meyerhoff untuk tiang 5 meter diperoleh Q_{ijin} sebesar 885,704 kg dan tiang 7 meter sebesar 1292,245 kg. Selanjutnya berdasarkan hasil perhitungan dari data *loading test* dengan metode Davisson untuk tiang 5 meter diperoleh Q_{ijin} sebesar 297 kg dan tiang 7 meter sebesar 317,5 kg, metode Chin pada tiang 5 meter sebesar 833,35 kg dan tiang 7 meter sebesar 1000 kg, dan metode Mazurkiewicz pada tiang 5 meter sebesar 390 kg dan tiang 7 meter sebesar 600 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil interpretasi uji beban didapatkan bahwa metode Chin memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lain. Dapat dilihat juga bahwa metode Chin lebih mendekati dengan hasil pengujian beban dan hasil metode analitis menggunakan metode Meyerhoff.

Kata Kunci: Metode elemen hingga, daya dukung, tiang bor, uji pembebanan, CPT.

NUMERICAL ANALYSIS OF THE BEARING CAPACITY OF BORED PILES DIAMETER 10 CM IN SOFT SOIL

Tassya Amelia Puteri, Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.
Civil Engineering, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University
Author correspondence: tassyaameliaputeri@gmail.com

ABSTRACT

One method to analyze the amount of axial bearing capacity of the bored pile foundation is the Finite Element method using the 2D Plaxis program. The purpose of this final project is to analyze the results of the loading test of bored piles in the field with the Finite Element method for different pole lengths. These soil parameters from Finite Element are expected to be used to predict the bearing capacity of drilled piles in soft soil. The carrying capacity results on Plaxis 2D can be used after the results of the curve between loads with a decrease in loading test and Plaxis 2D shows conformity (not much different).

The carrying capacity is calculated by analytical methods from sondir tests and 3 method interpretations from loading test results. Based on the results of the analysis of the carrying capacity of the pole obtained from CPT data using the Meyerhoff method for a 5-meter pole, Qijin was obtained at 885.704 kg and a 7-meter pole at 1292.245 kg. Furthermore, based on the calculation results of the loading test data with the Davisson method for the 5-meter pole, Qijin was obtained at 297 kg and the 7-meter pole at 317.5 kg, the Chin method at the 5-meter pole at 833.35 kg and the 7-meter pole at 1000 kg, and the Mazurkiewicz method at the 5-meter pole at 390 kg and the 7-meter pole at 600 kg. The results showed that from the results of the interpretation of the load test, it was found that the Chin method gave higher results compared to other methods. It can also be seen that the Chin method is closer to the results of load testing and the results of analytical methods using the Meyerhoff method.

Keywords: Finite element method, bearing capacity, bored pile, loading test, CPT.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala berkah, rahmat, hidayah dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang telah membawa kita dari zaman yang gelap hingga zaman yang terang benderang penuh ilmu pengetahuan.

Tidak henti-hentinya penulis mengucapkan syukur alhamdulillah, atas izin dari Allah, dengan segenap usaha dan iringan doa yang menyertai, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Numerik Daya Dukung Tiang Bor Diameter 10 cm di Tanah Lunak”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Tugas Akhir ini kiranya tidak akan selesai tanpa bantuan dari beberapa pihak yang terus memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikannya. Tanpa adanya dukungan dan bimbingan tersebut, penulis kiranya tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat:

1. Bapak M. Arifin dan Ibu Masitah yaitu kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang tak terhingga, doa restu serta dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
2. Silvia Permatasari yaitu kakak penulis yang selalu memberikan semangat dan membantu membiayai perkuliahan penulis hingga selesai.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan segala kebaikan telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan masukan, arahan, dan tentunya ilmu yang bermanfaat, serta dengan sabar memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Markawie, M.T. selaku Ketua Tim Penguji, Bapak Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T.

selaku Anggota Tim Penguji sidang skripsi yang telah memberikan banyak saran dan masukkan kepada penulis.

5. Seluruh dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama masa perkuliahan. Serta seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak membantu dalam urusan administrasi serta keperluan lainnya selama ini.
6. Fathurrahman dan Jasmine Sabiya Zafirah yang memberikan warna baru dalam hidup penulis dan menjadi salah satu support system dalam hal apapun serta selalu menemani penulis baik saat susah maupun senang.
7. Teman-teman seperjuangan Hana Nabilah, Maylinda Anggraini, Muhammad Arif Budiman dan Muhammad Rachim yang selalu memberikan semangat dan hiburan serta menemani penulis hingga menjadi mahasiswa tingkat akhir.

Akhir kata, Penulis berharap semoga banyak manfaat dan pelajaran yang bisa didapat pembaca tugas akhir ini. Penulis sangat menyadari jika penulisan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Kesalahan dan kekurangan dalam penulisan ini semata-mata datang dari diri penulis, dan segala kelebihan datangnya dari Allah SWT. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan tugas akhir ini kedepannya.

Banjarbaru, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah	5
2.1.1 Definisi Tanah	5
2.1.2 Tanah Lunak	5
2.2 Penyelidikan Tanah	6
2.3 Pengertian Pondasi	7
2.3.1 Pondasi Dangkal	8
2.3.2 Pondasi Dalam	9
2.4 Pondasi Tiang Bor	10
2.4.1 Pentransferan Beban	12
2.5 Daya Dukung Pondasi Tiang Bor	13
2.5.1 Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data CPT (Sondir)	14
2.6 Uji Pembebanan (<i>Loading Test</i>)	14
2.6.1 Penggunaan Uji Pembebanan (<i>Loading Test</i>)	14
2.6.2 Tujuan Uji Pembebanan (<i>Loading Test</i>)	15
2.6.3 Interpretasi Metode Hasil Uji Pembebanan Statik (<i>Loading Test</i>)	18

2.7	Metode Elemen Hingga.....	21
2.8	Program <i>Plaxis 2D</i>	22
2.8.1	Model <i>Mohr Coulomb</i>	23
2.8.2	Studi Parameter	24
2.8.3	Analisis Pondasi Tiang Bor dengan Metode Elemen Hingga	28
2.8.4	Contoh Analisa Daya Dukung dengan <i>Plaxis</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2	Studi Pustaka	34
3.3	Metode Pengumpulan Data	34
3.3.1	Data CPT (<i>Cone Penetration Test</i>).....	35
3.3.2	Data Hasil <i>Loading Test</i>	36
3.3.3	Data Spesifikasi Tiang Bor.....	40
3.4	Analisa Parameter Tanah	41
3.5	Metode Analisa Numerik.....	43
3.6	Analisis Daya Dukung dengan Data <i>Cone Penetration Test</i> (CPT).....	47
3.7	Analisis Daya Dukung dari data <i>Loading Test</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1	Model Analisis Tiang Bor menggunakan Metode Elemen Hingga	48
4.2	Parameter Tanah Model <i>Mohr-Coulomb</i>	49
4.3	Perbandingan Kurva Hubungan Beban-Penurunan antar <i>Loading Test</i> ..	53
4.4	Daya Dukung Berdasarkan Data CPT (Sondir).....	55
4.5	Daya Dukung Uji Pembebanan Statis (<i>Loading Test</i>).....	56
4.5.1	Metode Davisson.....	57
4.5.2	Metode Chin.....	61
4.5.3	Metode Mazurkiewicz.....	66
BAB V PENUTUP.....		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....		73
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Macam-macam tipe pondasi.....	8
Gambar 2. 2 Jenis-jenis bored pile (Das, 1995).....	11
Gambar 2. 3 Skema Kurva Transfer Beban Endbearing	13
Gambar 2. 4 Skema Kurva Transfer Beban Friction.....	13
Gambar 2. 5 Pengujian dengan Kentledge System	17
Gambar 2. 6 Pengujian dengan Tiang Jangkar.....	17
Gambar 2. 7 Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Davisson	19
Gambar 2. 8 Grafik Hubungan Beban dengan Penurunan Menurut Metode Chin	20
Gambar 2. 9 Grafik Hubungan Beban dengan Penurunan Metode Mazurkiewicz (1972).....	21
Gambar 2. 10 Gambar Ilustrasi Permasalahan Axisymmetris	23
Gambar 2. 11 Contoh Model Geometry Line	29
Gambar 2. 12 Contoh Input Data Material pada Plaxis 2D	30
Gambar 2. 13 Pembuatan Jaring pada Model Geometri	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Grafik Sondir.....	35
Gambar 3. 3 Grafik Hasil Loading Test Panjang 5 Meter.....	38
Gambar 3. 4 Grafik Hasil Loading Test Panjang 7 Meter.....	40
Gambar 3. 5 Gambaran Model Geometry.....	43
Gambar 3. 6 Input Data Material pada Plaxis 2D	44
Gambar 3. 7 Material Sets Untuk Model Mohr-Coulomb	44
Gambar 3. 8 Material Sets Untuk Model Linear Elastic.....	45
Gambar 3. 9 Generate Mesh pada Program Plaxis 2D.....	46
Gambar 4. 1 Model Geometri	48
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Panjang 5 Meter	52
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Panjang 5 Meter	54
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Beban dan Penurunan Panjang 7 Meter	55
Gambar 4. 5 Daya Dukung Tiang 5 Meter Berdasarkan Metode Davisson (Hasil Uji Lapangan).....	58

Gambar 4. 6 Daya Dukung Tiang 5 Meter Berdasarkan Metode Davisson (Hasil FEM).....	59
Gambar 4. 7 Daya Dukung Tiang 7 Meter Berdasarkan Metode Davisson (Hasil Uji Lapangan).....	60
Gambar 4. 8 Daya Dukung Tiang 7 Meter Berdasarkan Metode Davisson (Hasil FEM).....	61
Gambar 4. 9 Hubungan Rasio Penurunan Terhadap Beban dengan Penurunan Berdasarkan Metode Chin pada Tiang 5 Meter (Hasil Uji Lapangan).....	62
Gambar 4. 10 Hubungan Rasio Penurunan Terhadap Beban dengan Penurunan Berdasarkan Metode Chin pada Tiang 5 Meter (Hasil FEM).....	63
Gambar 4. 11 Hubungan Rasio Penurunan Terhadap Beban dengan Penurunan Berdasarkan Metode Chin pada Tiang 7 Meter (Hasil Uji Lapangan).....	65
Gambar 4. 12 Hubungan Rasio Penurunan Terhadap Beban dengan Penurunan Berdasarkan Metode Chin pada Tiang 7 Meter (Hasil FEM).....	66
Gambar 4. 13 Daya Dukung Tiang 5 Meter Berdasarkan Metode Mazurkiewicz (Hasil Uji Lapangan).....	67
Gambar 4. 14 Daya Dukung Tiang 5 Meter Berdasarkan Metode Mazurkiewicz (Hasil FEM).....	67
Gambar 4. 15 Daya Dukung Tiang 7 Meter Berdasarkan Metode Mazurkiewicz (Hasil Uji Lapangan).....	68
Gambar 4. 16 Daya Dukung Tiang 7 Meter Berdasarkan Metode Mazurkiewicz (Hasil FEM).....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perkiraan Modulus Elastis (E) (Bowles, 1977).....	25
Tabel 2. 2 Perkiraan Angka Poisson (ν) (Bowles, 1968).....	25
Tabel 2. 3 Nilai Kohesi (c) (Begemann, 1965)	26
Tabel 2. 4 Hubungan jenis tanah dengan berat volume tanah kering (Soedarmo, 1993)	26
Tabel 2. 5 Nilai dari Sudut Gesek Dalam (Begemann, 1965).....	27
Tabel 2. 6 Nilai Permeabilitas Tanah (Das, 1995).....	28
Tabel 3. 1 Deskripsi Tanah Hasil Uji Sondir.....	36
Tabel 3. 2 Hasil Penurunan Loading Test Panjang 5 Meter	36
Tabel 3. 3 Hasil Pembebanan Loading Test Panjang 5 Meter.....	37
Tabel 3. 4 Hasil Unloading Test Panjang 5 Meter.....	37
Tabel 3. 5 Hasil Penurunan Loading Test Panjang 7 Meter	38
Tabel 3. 6 Hasil Pembebanan Loading Test Panjang 7 Meter.....	39
Tabel 3. 7 Hasil Unloading Test Panjang 7 Meter.....	40
Tabel 3. 8 Parameter Tanah yang Digunakan untuk Pemodelan Plaxis 2D berdasarkan Data CPT.....	42
Tabel 4. 1 Asumsi Awal Parameter Tanah untuk Pemodelan Plaxis 2D berdasarkan Data CPT.....	50
Tabel 4. 2 Hasil Awal Perbandingan Penurunan Loading Test dan Plaxis 2D Panjang 5 Meter	51
Tabel 4. 3 Parameter Tanah yang Digunakan untuk Pemodelan Plaxis 2D berdasarkan Data CPT.....	53
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Penurunan Loading Test dan Plaxis 2D Panjang 5 Meter	53
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Penurunan Loading Test dan Plaxis 2D Panjang 7 Meter	54
Tabel 4. 6 Nilai Se dan X pada Tiang 5 Meter	58
Tabel 4. 7 Nilai Se dan X pada Tiang 7 Meter	60

Tabel 4. 8 Nilai Rasio Penurunan Terhadap Beban pada Tiang 5 Meter (Hasil Uji Lapangan).....	62
Tabel 4. 9 Nilai Rasio Penurunan Terhadap Beban pada Tiang 5 Meter (Hasil FEM)	63
Tabel 4. 10 Nilai Rasio Penurunan Terhadap Beban pada Tiang 7 Meter (Hasil Uji Lapangan).....	64
Tabel 4. 11 Nilai Rasio Penurunan Terhadap Beban pada Tiang 7 Meter (Hasil FEM)	65
Tabel 4. 12 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung ultimit berdasarkan data Loading Test.....	69
Tabel 4. 13 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung ijin berdasarkan data Loading Test.....	69