BACK ANALYSIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG
(STUDI KASUS : GEDUNG RUMAH SUSUN PONDOK PESANTREN NAHDLATUL ATHFAL JALAN TRANS KALIMANTAN, KECAMATAN SUNGAI AMBAWANG, KALIMANTAN BARAT)

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
ZAHRA ZULFA NAZWA
NIM D1011211056

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

BACK ANALYSIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG (STUDI KASUS : GEDUNG RUMAH SUSUN PONDOK PESANTREN NAHDLATUL ATHFAL JALAN TRANS KALIMANTAN, KECAMATAN SUNGAI AMBAWANG, KALIMANTAN BARAT)

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

Zahra Zulfa Nazwa
NIM D1011211056

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 25 Juni 2025 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Vivi Bachtiar, S.T., M.T., IPM.
NIP. 19700105199702200 3
Dosen Pembimbing Kedua : Prof.Dr.rer.nat.Ir. R.M. Rustamaji, M.T., IPU.
NIP. 196801161994031003
Dosen Penguji Utama : Dr. -Ing, Ir. Eka Priadi, M.T.
NIP. 196303241990031002
Dosen Penguji Kedua : Ir. Yanti Octaviana, S.T., M.T.
NIP.19741009202321200 7

Pontianak, 25 Juni 2025
Pembimbing Utama

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Ir. Vivi Bachtiar, S.T., M.T., IPM.
NIP. 19700105199702200 3

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya (Bapak Abdul Rahman dan Ibu Nani Vitri Yanti) dan saudara-saudara saya (Tasya Dyta Arzita dan Muhammad Azzam Furqan), yang telah menjadi sumber inspirasi, dukungan, dan doa dalam setiap langkah perjalanan saya. Selain itu, saya juga mempersembahkan karya ini untuk diri saya sendiri serta kepada semua orang yang telah berpersan dan mendukung saya sepanjang perjalanan ini

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zahra Zulfa Nazwa

NIM : D1011211056

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "*Back Analysis* Daya Dukung Dan Penurunan Fondasi Tiang (Studi Kasus : Gedung Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal Jalan Trans Kalimantan, Kecamatan Sungai Ambawang, Kalimantan Barat)" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yamg secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak,25 Juni 2025

Zahra Zulfa Nazwa

NIM D1011211056

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Back Analysis* Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang (Studi Kasus : Gedung Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal Jalan Trans Kalimantan, Kecamatan Sungai Ambawang, Kalimantan Barat)".

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai dan memberi kelancaran dalam hidup saya.
2. Papa, Mama, Adik, Kakak dan keluarga yang selalu memberi semangat dan mendoakan dalam hidup saya.
3. Bapak Dr. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
5. Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak.
6. Bapak Ir. Gatot Setya Budi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Ir. Vivi Bachtiar, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama.
8. Bapak Prof.Dr.rer.nat. Ir. R.M. Rustamaji, M.T., IPU. selaku Dosen Pembimbing Kedua.
9. Bapak Dr. -Ing. Ir. Eka Priadi, M.T. selaku Dosen Penguji Utama.
10. Ibu Ir. Yanti Octaviana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Kedua.
11. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil, yang telah memberikan banyak ilmu yang berharga selama penulis menempuh pendidikan Universitas Tanjungpura Pontianak.
12. Keluarga besar saya yang senantiasa memberikan doa dan semangat.

13. Keluarga besar (Staf dan Asisten Lab) Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tamjungpura serta laboratorium lainnya yang sudah membantu saya selama masa perkuliahan dan skripsi saya.
14. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HMS) Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura periode 2022/2023 dan periode 2023/2024 yang sudah banyak membantu saya dalam proses organisasi di perkuliahan.
15. Teman-teman perkuliahan saya, Aprilia Putri Santoso, Herdina Astya Anindi, Faiqa Hamidah, Nilam Apriani, Gabriela Cassandra, Winda Karfianti, Indah Wulan Sari, dan Alkhansa Aulia Dzakiyyah yang sudah banyak membantu dan memberi semangat serta doa selama masa perkuliahan saya dari awal sampai selesai.
16. Teman-teman perkuliahan saya yaitu A6 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang juga sudah banyak membantu saya dalam belajar selama perkuliahan serta tempat bertukar cerita.
17. Teman-teman Angkatan 2021 Teknik Sipil yang telah bersedia membantu penulis hingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
18. Yang terakhir, saya berterima kasih kepada diri saya sendiri yang sudah sangat berjuang untuk menyelesaikan pendidikan ini demi mencapai cita-cita dan membanggakan kedua orang tua saya.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini dengan keterbatasan ilmu pengetahuan yang diperoleh, sehingga saya mengharapkan kritik/saran yang membangun agar dapat menyempurnakannya. Demikian kata pengantar ini disampaikan, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga dengan adanya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

Pontianak, 25 Juni 2025
Penulis,

Zahra Zulfa Nazwa
NIM. D1011211056

ABSTRAK

Bangunan rumah susun memerlukan pemilihan fondasi yang cukup baik untuk mengatasi kondisi tanah Pontianak yang lunak sehingga tanah keras dapat memikul beban bangunan pada kondisi yang dalam. Pada bangunan Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal yang beralamat di Jalan Trans Kalimantan Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat menggunakan fondasi tiang pancang (*mini pile*) dimensi 25 cm x 25 cm dengan panjang tiang 36 meter yang terpancang 35 meter, serta panjang tiang 30 meter yang terpancang 29 meter. Pada saat pemancangan *mini pile* dapat mengakibatkan kerusakan bangunan sekitar akibat getaran dari alat pancang tersebut. Sehingga, dalam penelitian ini penulis melakukan analisis kembali daya dukung fondasi berdasarkan data sekunder berupa *Standard Penetration Test* (SPT), Kalendering, dan *Pile Driving Analyzer* (PDA).

Dalam penelitian ini, selain menggunakan data sekunder, untuk mendapatkan beban struktur atas penulis menggunakan program Etabs V.22.3. Dalam penelitian ini, penulis membandingkan daya dukung fondasi berdasarkan metode statis dengan hasil *Pile Driving Analyzer* (PDA). Kemudian, dilakukan analisa penurunan dengan metode statis dan program Plaxis V.8.6.

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan diperoleh bahwa daya dukung izin tiang (Q_{all}) berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dari berbagai metode diperoleh metode terkecil yaitu metode Meyerhof (1976) dengan nilai sebesar 262,980 kN untuk panjang tiang 36 meter. Sedangkan, pada panjang tiang 30 meter diperoleh nilai sebesar 117,42 kN pada metode Meyerhof (1976). Berdasarkan data kalendering dari berbagai metode diperoleh formula terkecil yaitu formula Hiley (1930) dengan nilai sebesar 107,07 kN untuk panjang tiang 36 meter. Sedangkan, pada panjang tiang 30 meter diperoleh nilai sebesar 131,51 kN. Untuk penurunan total yang didapat pada panjang tiang 36 meter yaitu 13,191 mm serta pada panjang tiang 30 meter yaitu 23,15 mm. Penurunan tiang tunggal dari program Plaxis V.8.6 adalah 43,11 mm untuk panjang tiang 36 meter dan 49,84 mm untuk panjang tiang 49,84 mm. Berdasarkan SNI (8460:2018) hasil penurunan fondasi memenuhi syarat penurunan yang diizinkan pada kelompok tiang dan Plaxis.

Kata Kunci : Fondasi dalam, Daya Dukung, Penurunan, Kalendering, SPT, Plaxis

ABSTRACT

The construction of apartment buildings requires a proper foundation selection to cope with the soft soil conditions of Pontianak, so that hard soil can support the building's load under deep conditions. In the apartment building of Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal located on Jalan Trans Kalimantan, Kubu Raya District, West Kalimantan, a foundation of mini piles with dimensions of 25 cm x 25 cm and pile lengths of 36 meters embedded 35 meters, as well as pile lengths of 30 meters embedded 29 meters, is used. During the installation of the mini piles, vibrations from the piling equipment can cause damage to surrounding structures. Therefore, in this study, the author conducted an analysis of the foundation's bearing capacity based on secondary data in the form of Standard Penetration Test (SPT), Calendar, and Pile Driving Analyzer (PDA).

In this research, in addition to using secondary data, to obtain the superstructure load, the author used the Etabs V.22.3 program. In this study, the author compared the bearing capacity of the foundation based on static methods with the results from the Pile Driving Analyzer (PDA). Afterwards, a settlement analysis was conducted using static methods and the Plaxis V.8.6 program.

From the results of the analysis that has been conducted, it is obtained that the bearing capacity of the pile permit (Q_{all}) based on the Standard Penetration Test (SPT) data from various methods shows that the smallest value is obtained from the Meyerhof method (1976) at 262.980 kN for a pile length of 36 meters. Meanwhile, for a pile length of 30 meters, the value is 117.42 kN using the Meyerhof method (1976). Based on the data from various methods, the smallest formula obtained is the Hiley formula (1930) with a value of 107.07 kN for a pile length of 36 meters. For a pile length of 30 meters, the value is 131.51 kN. The total settlement obtained for a pile length of 36 meters is 13.191 mm and for a pile length of 30 meters is 23.15 mm. The single pile settlement from the Plaxis V.8.6 program is 43.11 mm for a pile length of 36 meters and 49.84 mm for a pile length of 30 meters. According to SNI (8460:2018), the foundation settlement results meet the allowable settlement criteria for the pile group and Plaxis.

Keywords: Deep foundation, Bearing capacity, Settlement, Calendar, SPT, Plaxis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN i
KATA PENGANTAR ii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GRAFIK xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Pembatasan Masalah 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Umum 6
2.2 Tanah 6
2.3 Penyelidikan Tanah 8
2.3.1 *Cone Penetration Test* (CPT) 9
2.3.2 *Standard Penetration Test* (SPT) 11
2.4 Klasifikasi Fondasi 12
2.4.1 Fondasi Dangkal 12
2.4.2 Fondasi Dalam 16
2.5 Fondasi Tiang Pancang 19
2.5.1 Pengertian Fondasi Tiang Pancang 19
2.5.2 Klasifikasi Fondasi Tiang Berdasarkan Bahan 19
2.6 Daya Dukung Tiang Pancang 23
2.6.1 N-SPT Koreksi 23

2.6.2 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Hasil *Standard Penetration Test* (SPT) 24
2.7 Efisiensi Dan Daya Dukung Kelompok Tiang 31
2.8 Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Tes PDA 37
2.9 Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Kalendering 38
2.10 Penurunan Fondasi (*Settlement*) 43
2.10.1 Penurunan Fondasi Tiang Tunggal 47
2.10.2 Penurunan Fondasi Tiang Kelompok 50
2.10.3 Penurunan yang diijinkan 51
2.11 Pemodelan Program Plaxis V.8.6 52
2.12 Penelitian Terdahulu 58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 61
3.1 Gambaran Umum 61
3.2 Data Umum Proyek 61
3.3 Data Penyelidikan Tanah 64
3.3.1 *Standard Penetration Test* (SPT) 64
3.3.2 Uji Laboratorium 65
3.4 Data Tiang Berdasarkan Hasil Tes PDA (*Pile Driving Analyzer*) ... 66
3.5 Hasil Data Kalendering 67
3.6 Analisa Pembebanan Program ETABS V.22.3 69
3.6.1 Peraturan dan Standar Perencanaan 69
3.6.2 Material Struktur 69
3.6.3 Pembebanan 69
3.6.4 Kombinasi Pembebanan 71
3.6.5Parameter Tanah untuk Plaxis V.8.6 77
3.7 Data Teknis Tiang Pancang 78
3.8 Tahap Penelitian 78
3.9 Diagram Alir Penelitian 81
BAB IV PEMBAHASAN 82
4.1 Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT) 82

4.1.1 Metode Schmertmann (1967) 83
4.1.2 Metode Meyerhof (1976) 86
4.1.3 Metode Shioi & Fukui (1982) 89
4.1.4 Metode Briaud & Tucker (1985) 93
4.1.5 Metode Okahara (1992) 96
4.2 Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Kalendering 100
4.2.1 Formula Hilley (1930) 101
4.2.2 Formula Janbu(1953), Mansur dan Hunter (1970) 103
4.2.3 Gates Formula (1957) 105
4.2.4 Formula Engineering New Modified (ENR) (1965) 106
4.2.5 Eytelwein Formula 108
4.2.6 Formula Danish 109
4.2.7 Formula Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) 111
4.2.8 Wijaya Karya (WIKA) (2018) 115
4.4 Analisa Daya Dukung Kelompok Tiang Pada Panjang Tiang 3 120
4.5 Analisa Daya Dukung Kelompok Tiang Pada Panjang Tiang 121
4.6 Penurunan Fondasi Tiang 122
4.6.1 Penurunan Elastis Tiang Tunggal 123
4.6.2 Penurunan Elastis Kelompok Tiang 127
4.6.3 Penurunan Konsolidasi 128
4.7 Pemodelan Pada Program Plaxis v.8.6 134
4.8 Kontrol Penurunan Fondasi 141
BAB V PENUTUP 143
5.1 Kesimpulan 143
5.2 Saran 146
DAFTAR PUSTAKA xvi
LAMPIRAN xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal 2
Gambar 2.1 (a) Elemen Tanah Dalam Keadaan Asli, (b) Tiga Fase Elemen Tanah 8
Gambar 2.2 (a) Konus Dalam Keadaan Tertekan, (b) Konus Dalam 10
Gambar 2.3 Skema Pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) 11
Gambar 2.4 Fondasi Setempat..... 13
Gambar 2.5 Fondasi Menerus..... 13
Gambar 2.6 Fondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba..... 14
Gambar 2.7 Fondasi Batu Bata..... 15
Gambar 2.8 Fondasi Rakit..... 15
Gambar 2.9 Fondasi Sumuran 16
Gambar 2.10 Fondasi Tiang..... 17
Gambar 2.11 Fondasi Tiang Bor (*Bored pile*) 18
Gambar 2.12 Fondasi *Strauss*..... 19
Gambar 2.13 Tiang Pancang Kayu..... 20
Gambar 2.14 Tiang Pancang Beton 21
Gambar 2.15 Tiang Pancang Baja 22
Gambar 2.16 Tiang Pancang Komposit..... 22
Gambar 2.17 Perbandingan Zona Tanah Tertekan (a) Tiang Tunggal (b) Kelompok Tiang..... 33
Gambar 2.18 Perbedaan Tekanan Tiang Pada Tanah Pendukung(Tomlinson, 1977) 33
Gambar 2.19 Definisi Jarak s Dalam Hitungan Efisiensi Tiang..... 35
Gambar 2.20 Beberapa ilustrasi dan nilai efisiensi kelompok tiang berdasarkan 35
Gambar 2.21 Efisiensi Kelompok Tiang 43
Gambar 2.22 Kurva Penurunan – Pembebanan..... 44
Gambar 2.23 Kurva hubungan e-log p’ 46
Gambar 2.24 Bentuk *skin friction* di Berbagai Jenis Tanah 49
Gambar 2.25 Titik Nodal dan Titik Tegangan 53
Gambar 2.26 Hubungan nilai kohesi dan N-SPT pada tanah non kohesif 57
Gambar 3.1 Lokasi Bangunan 62

Gambar 3.2 Tampak Depan Bangunan 62
Gambar 3.3 Tampak Samping Kiri dan Kanan Bangunan 63
Gambar 3.4 Tampak Belakang Bangunan 63
Gambar 3.5 Denah Lokasi Titik SPT BH.01 67
Gambar 3.6 Denah Lokasi Titik Fondasi 67
Gambar 3.7 Pemodelan Struktur Atas Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal 74
Gambar 4.1 Kelompok fondasi tiang pancang Dimensi 0,25 m x 0,25 m..... 127
Gambar 4.2 Penurunan Konsolidasi Primer Kelompok Tiang (Panjang Tiang 36 meter) 129
Gambar 4.3 Penurunan Konsolidasi Primer Kelompok Tiang (Panjang Tiang 30 meter) 131
Gambar 4.4 Tampilan General Settings pada program Plaxis 134
Gambar 4.5 Pemodelan lapisan tanah pada program Plaxis 135
Gambar 4.6 Input data Material Sets : (a) Data Lapisan Tanah (b) Data Tiang 136
Gambar 4.7 *Generate Mesh* 137
Gambar 4.8 Initial Water Pressure pada program plaxis 137
Gambar 4.9 Active Pore Pressure pada program Plaxis 138
Gambar 4.10 Hasil kalkulasi dan besar ∑Msf apada fase 4 : (a) ∑Msf pada tiang 139
Gambar 4.11 Penurunan fondasi : (a) Titik C.6.1 panjang tiang 36 meter (b) Titik 140
Gambar 4.12 Tampilan Shading Deformasi : (a) Titik C.6.1 panjang tiang 36 meter (b) Titik C.7.1 panjang tiang 30 meter 140
Gambar 4.13 Tampilan Arrow Deformasi : (a) Titik C.6.1 panjang tiang 36 meter (b) Titik C.7.1 panjang tiang C.7.1 panjang tiang 30 meter 141

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah..... 7
Tabel 2.2 Efisiensi standar untuk berbagai hammer (FHWA-NHI-16-064)..... 23
Tabel 2.3 Nilai gesekan selimut dan tahanan ujung untuk desain fondasi tiang pancang 24
Tabel 2.4 Koefisien μ_b dan μ_s 27
Tabel 2.5 Faktor kinerja untuk kapasitas struktural aksial nominal tiang pancang 29
Tabel 2.6 Nilai-Nilai Faktor Reduksi 30
Tabel 2.7 Nilai efisiensi palu (e_h)..... 39
Tabel 2.8 Nilai Koefisien restitusi tiang (n) 40
Tabel 2.9 Nilai perpendekan elastic kepala tiang pancang & topi (*cap block*) tiang pancang (k_1)..... 40
Tabel 2.10 Nilai Koefisien Empiris (C_p) 48
Tabel 2.11 Nilai koefisien I_{pp} 48
Tabel 2.12 Korelasi N-SPT Dengan Modulus Elastisitas Pada Tanah Lempung . 55
Tabel 2.13 Korelasi N-SPT Dengan Modulus Elastisitas Pada Tanah Pasir 55
Tabel 2.14 Hubungan Jenis Tanah, Konsistensi dan *Poisson's Ratio* (μ)..... 56
Tabel 2.15 Hubungan Jenis Tanah Dengan Sudut Geser Dalam (Ø)..... 56
Tabel 2.16 Korelasi N-SPT dengan c_u tanah lempung..... 57
Tabel 2.17 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah 58
Tabel 2.18 Korelasi Jenis Tanah Dan Koefisien Rembesan (K)..... 58
Tabel 2.19 Penelitian Terdahulu 59
Tabel 3.1 Hasil Penyelidikan Tanah SPT BH. 01 64
Tabel 3.2 *Summary* Hasil Uji Laboratorium Titik BH 01..... 65
Tabel 3.3 Data dan Hasil Pengujian PDA..... 66
Tabel 3.4 Data Analisa Hasil Kalendering..... 67
Tabel 3.5 Data Hasil Final Set (s) Kalendering..... 67
Tabel 3.6 Beban mati tambahan (SD) di pelat lantai 1 70
Tabel 3.7 Beban mati tambahan (SD) di pelat lantai 2 70
Tabel 3.8 Beban mati tambahan (SD) di pelat atap 71
Tabel 3.9 Hasil Permbebanan Program ETABS V.22.3..... 72

Tabel 3.10 Hasil Modulus Elastisitas berdasarkan korelasi N-SPT panjang tiang 36 meter 74
Tabel 3.11 Hasil *Poisson's Ratio* berdasarkan klasifikasi tanah panjang tiang 36 meter 75
Tabel 3.12 Hasil Hubungan Jenis Tanah dengan Sudut Geser Dalam (Ø) panjang tiang 36 meter 75
Tabel 3.13 Hasil Korelasi N-SPT dengan c_u panjang tiang 36 meter 76
Tabel 3.14 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah panjang tiang 36 meter 77
Tabel 3.15 Nilai koefisien rembesan K_x dan K_y panjang tiang 36 meter 77
Tabel 3.16 Data parameter tiang pancang 78
Tabel 3.17 Data parameter *Pile cap* 78
Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Schmertmann (1967) panjang tiang 36 meter 83
Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Schmertmann (1967) panjang tiang 30 meter 85
Tabel 4.3 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Meyerhof (1976) panjang tiang 36 meter 87
Tabel 4.4 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Meyerhof (1976) panjang tiang 30 meter 88
Tabel 4.5 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Shioi & Fukui (1982) panjang tiang 36 meter 90
Tabel 4.6 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Shioi & Fukui (1982) panjang tiang 30 meter 91
Tabel 4.7 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Briaud & Tucker (1985) panjang tiang 36 meter 93
Tabel 4.8 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Briaud & Tucker (1985) panjang tiang 30 meter 95
Tabel 4.9 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Okahara (1992) panjang tiang 36 meter 96
Tabel 4.10 Hasil perhitungan daya dukung ujung tiang pancang dengan metode Okahara (1992) panjang tiang 30 meter 98

Tabel 4.11 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang *mini pile* panjang tiang 36 meter 99
Tabel 4.12 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang *mini pile* panjang tiang 30 meter 99
Tabel 4.13 Daya dukung kalendering Formula Hilley (1930) panjang tiang 36 m 102
Tabel 4.14 Daya dukung kalendering Formula Hilley (1930) panjang tiang 30 m 103
Tabel 4.15 Daya dukung kalendering Formula Janbu (1953), Mansur dan Hunter (1970) panjang tiang 36 meter 104
Tabel 4.16 Daya dukung kalendering Formula Janbu (1953), Mansur dan Hunter (1970) panjang tiang 30 meter 119
Tabel 4.17 Daya dukung kalendering pada Gates Formula (1957) panjang tiang 35 meter..... 105
Tabel 4.18 Daya dukung kalendering pada Gates Formula (1957) panjang tiang 30 meter..... 106
Tabel 4.19 Daya dukung kalendering Pada Formula Engineering New Modified (ENR) (1965) panjang tiang 36 meter..... 106
Tabel 4.20 Daya dukung kalendering Pada Formula Engineering New Modified (ENR) (1965) panjang tiang 30 meter..... 107
Tabel 4.21 Daya dukung kalendering pada Eytelwein Formula panjang tiang 36 meter..... 108
Tabel 4.22 Daya dukung kalendering pada Eytelwein Formula panjang tiang 30 meter..... 108
Tabel 4.23 Daya dukung kalendering pada Formula Danish panjang tiang 36 meter 109
Tabel 4.24 Daya dukung kalendering pada Formula Danish panjang tiang 30 meter 110
Tabel 4.25 Daya dukung kalendering pada Formula Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) panjang tiang 36 meter.....111
Tabel 4.26 Hasil nilai C_2 dan Q_{ult} 112

Tabel 4.27 Daya dukung kalendering pada Formula Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) panjang tiang 30 meter.....113
Tabel 4.28 Hasil nilai C_2 dan Q_{ult}.....114
Tabel 4.29 Daya dukung kalendering pada Wijaya Karya (WIKA) (2018) panjang tiang 35 meter.....115
Tabel 4.30 Daya dukung kalendering pada Wijaya Karya (WIKA) (2018) panjang tiang 30 meter.....115
Tabel 4.31 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang 36 meter 116
Tabel 4.32 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang pancang 30 meter 116
Tabel 4.33 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung berdasarkan SPT, kalendering dan PDA pada panjang tiang 36 meter.....117
Tabel 4.34 Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung berdasarkan SPT, kalendering dan PDA pada panjang tiang 30 meter.....118
Tabel 4.35 Hasil perhitungan penurunan fondasi tiang pancang dengan panjang tiang 36 meter..... 124
Tabel 4.36 Hasil perhitungan penurunan fondasi tiang pancang dengan panjang tiang 30 meter..... 125
Tabel 4.37 Rekapitulasi penurunan elastis tiang tunggal dan kelompok tiang... 128
Tabel 4.38 Rekapitulasi perhitungan penurunan konsolidasi tiang pancang (panjang tiang 36 meter) 130
Tabel 4.39 Rekapitulasi perhitungan penurunan konsolidasi tiang pancang (panjang tiang 30 meter) 133
Tabel 4.40 Rekapitulasi penurunan tiang 141
Tabel 4.41 Kontrol penurunan fondasi tiang pancang..... 142

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 perbandingan berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT), kalendering, dan Pile Driving Analyzer (PDA) pada panjang tiang 36 meter 118
Grafik 4.2 perbandingan berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT), kalendering, dan *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada panjang tiang 30 meter 119

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi dibidang konstruksi membuat semakin banyak bangunan gedung bertingkat yang digunakan untuk fasilitas umum, pada umumnya suatu bangunan harus meliputi perencanaan bangunan atas dan perencanaan bangunan bawah. Tahap pertama melaksanakan pembangunan konstruksi adalah pekerjaan fondasi. Fondasi merupakan bagian dari struktur bawah konstruksi yang akan menyalurkan beban yang bekerja pada struktur atas kedalam lapisan tanah keras. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan yang teliti dan akurat mengenai daya dukung fondasi serta penurunan yang akan terjadi dan juga pengujian setelah pelaksanaan pekerjaan fondasi.

Daya dukung fondasi tiang pancang harus dapat menahan beban bangunan yang lebih besar dari yang direncanakan agar aman serta tidak terjadinya penurunan pada struktur bangunan tersebut. Pengujian daya dukung dan penurunan fondasi sangat penting untuk dilakukan karena fondasi akan mengalami kegagalan yang menyebabkan kerusakan total pada struktur bangunan tersebut, terutama bangunan bertingkat yang akan berbahaya dan merugikan banyak pihak.

Bangunan yang menjadi studi kasus pada penyusunan tugas akhir ini merupakan Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal yang terletak di alamat Jalan Trans Kalimantan Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Rumah susun ini terdiri dari 2 lantai yang dimanfaatkan sebagai tempat tinggal para santri selama menempuh Pendidikan agama di pondok pesantren.

Pada lokasi penelitian tersebut dilakukan analisa kembali terhadap fondasi dengan beberapa metode, yaitu metode dinamik, metode statis, maupun metode elemen hingga. Tiang pancang yang digunakan pada lokasi penelitian ini yaitu beton pracetak (*mini pile*) berukuran 25 cm x 25 cm dengan panjang tiang pancang 30 m dan 36 m.

Pada penelitian ini, penulis mengkonsentrasikan Tugas Akhir untuk menganalisa kembali daya dukung dengan menggunakan data SPT (*Standard Penetration Test*). Hasil analisa akan dibandingkan dengan data tes hasil PDA (*Pile Driving Analyzer*) serta data kalendering. Dimana, penulis ingin membuktikan teori bahwa data kalendering tidak diperbolehkan untuk menganalisa daya dukung menurut SNI 8460:2017 pasal 9.7.2.3 mengenai formula statik berdasarkan formula dinamik menyatakan bahwa "ketepatan menggunakan perhitungan daya dukung berdasarkan formula dinamik sangat tergantung dari formula serta data catatan pemancangan yang digunakan. Kecuali tersedia korelasi empiris yang memadai pada kondisi fisik dan geologi tertentu, maka formula dinamik tidak diperbolehkan digunakan dalam perancangan daya dukung tiang. Rumus-rumus dinamik Hiley dan turunannya dapat memberikan rentang nilai daya dukung yang sangat bervariasi sehingga tidak diperbolehkan digunakan dalam perancangan daya dukung tiang". Penulis juga menganalisa kembali penurunan total fondasi menggunakan metode statis dan metode elemen hingga.



Gambar 1.1 Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal
(Sumber : Dokumentasi PT. Bahtra Jasa Konsul Teknik)

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka permasalahan yang timbul dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa hasil perhitungan beban dari program ETABS V.22.3?
2. Bagaimana hasil perbandingan analisa daya dukung fondasi tiang pancang dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT), *Pile Driving Analyzer* (PDA) dan data kalendering ?
3. Bagaimana hasil perbandingan analisa penurunan total fondasi dengan menggunakan metode statis dan metode elemen hingga ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dicapai dari studi kasus ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung pembebanan yang terjadi menggunakan program ETABS V.22.3.
2. Menghitung nilai daya dukung izin fondasi tiang pancang menggunakan berbagai metode berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan membandingkan hasil dengan *Test Pile Driving Analyzer* (PDA) serta hasil data kalendering.
3. Menghitung penurunan total fondasi yang terjadi dengan metode statis dan program Plaxis V.8.6 berdasarkan data laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dicapai dari studi kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan/ilmu bagi penulis dan pembaca khususnya mengenai fondasi.
2. Mengetahui hasil pembebanan yang terjadi pada Rumah Susun Pondok Pesantren Nahdlatul Athfal.
3. Membuktikan teori bahwa data kalendering tidak diperbolehkan untuk menganalisa daya dukung menurut SNI 8460:2017 pasal 9.7.2.3 mengenai formula statik berdasarkan formula dinamik.
4. Mengetahui hasil perbedaan dari berbagai metode yang digunakan dalam menganalisa daya dukung dan penurunan fondasi.

1.5 Pembatasan Masalah

Sesuai dengan judul skripsi ini maka pembahasan dibatasi beberapa hal yang mempersempit masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Data yang digunakan untuk menganalisis kembali berupa data sekunder yaitu *Standard Penetration Test* (SPT), *Pile Driving Analyzer* (PDA), data laboratorium, data kalendering dan gambar kerja.
2. Pada lokasi penelitian ini dilakukan penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT) pada satu titik serta menggunakan tiang pancang beton pracetak (*mini pile*) berukuran 25 cm x 25 cm.
3. Pada lokasi penelitian ini memiliki panjang tiang pancang 30 m dengan panjang tiang terpancang 29 m serta panjang tiang pancang 36 m dengan panjang tiang terpancang 35 m.
4. Penelitian ini menganalisa beban yang terjadi pada bangunan dengan program ETABS V.22.3.
5. Penelitian ini menganalisa kembali daya dukung fondasi tiang pancang menggunakan data berupa :
   a. *Standard Penetration Test* (SPT) dengan metode sebagai berikut :
   - Metode Schmertmann (1967)
   - Metode Mayerhoff (1976)
   - Metode Okahara (1992)
   - Metode Shio & Fukui (1982)
   - Metode Briaud & Tucker (1985)

   b. Data kalendering dengan formula sebagai berikut :
   - Formula Hiley (1930)
   - Formula *Engineering New Modified* (ENR) (1965)
   - *Eytelwein* Formula
   - Formula Janbu (1953), Mansur dan Hunter (1970)
   - Formula *Danish*
   - Formula *Gates* (1957)
   - Formula *Pacific Coast Uniform Building Code* (PCUBC)
   - Wijaya Karya (WIKA) (2018)

6. Data kalendering hanya digunakan untuk membuktikan teori bahwa data kalendering tidak diperbolehkan untuk menganalisa daya dukung menurut SNI 8460:2017 pasal 9.7.2.3 mengenai formula statik berdasarkan formula dinamik.
7. Menganalisa kembali penurunan total fondasi tiang pancang secara manual dan program plaxis V.8.6 berdasarkan data laboratorium.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini akan dilakukan pembahasan mengikuti sistematika sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi tentang pendahuluan penulisan yang mencakup latar belakang, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah dan sistematika penulisan Tugas akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori dan uraian secara umum mengenai pembahasan Tugas Akhir yang didapat dari buku literatur, buku ilmiah, serta laporan penelitian sebelumnya.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tahapan penelitian dan analisis yang dilakukan mulai dari pengumpulan data sampai pengolahan dan hasil analisa.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang seluruh uraian tentang pembahasan tinjauan umum maupun perhitungan perencanaan yang dilakukan pada Tugas akhir ini.

BAB V. PENUTUP

Berisi tentang Kesimpulan dan saran yang merupakan bab terakhir pada laporan Tugas Akhir ini.