

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI BORED PILE BERDASARKAN DATA PENYELIDIKAN TANAH DAN UJI PEMBEBANAN**

**(Studi Kasus : Proyek Permata Hijau Suites, Jakarta)**

**Diajukan sebagai syarat meraih gelar Sarjana Teknik Strata (S-1)**



**Disusun Oleh :**

**Fajar Anjas Asmoro**

**41116110163**

**Dosen Pembimbing :**



**Kukuh Mahi Sudrajat, S.T., M.T.**

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2021**

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG<br/>PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL<br/>FAKULTAS TEKNIK<br/>UNIVERSITAS MERCU BUANA</b> |  |
|---|--|---|

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir** : Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi *Bored Pile*  
Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah dan Uji Pembebanan  
Studi Kasus : Proyek Permata Hijau Suites, Jakarta

Disusun oleh :

**Nama** : Fajar Anjas Asmoro  
**NIM** : 41116110163  
**Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 3 September 2021

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir Ketua Penguji



  
**Kukuh Mahi Sudrajat, S.T., M.T.**

  
**Ir. Desiana Vidayanti, M.T.**

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Ir. Sylvia Indriany, M.T.**

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>LEMBAR PERNYATAAN<br/>SIDANG SARJANA<br/>FAKULTAS TEKNIK<br/>UNIVERSITAS MERCU BUANA</b> |  |
|---|---|---|

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Anjas Asmoro  
 Nomor Induk Mahasiswa : 41116110163  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 3 September 2021

Yang memberikan pernyataan



Fajar Anjas Asmoro

---

**ABSTRAK**

*Judul : Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Bored Pile Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah dan Uji Pembebanan*

*(Studi Kasus : Proyek Permata Hijau Suites, Jakarta)*

*Nama : Fajar Anjas Asmoro, NIM : 41116110163*

*Dosen Pembimbing : Kukuh Mahi Sudrajat, S.T., M.T.*

*Fondasi dalam merupakan salah satu bagian struktur bawah yang berfungsi menopang beban dan menyalurkannya ke tanah yang keras. Fondasi akan menyalurkan beban yang diterimanya melalui dua mekanisme yaitu melalui selubung tiang ( $Q_s$ ) dan melalui ujung tiang ( $Q_p$ ). Disebut fondasi dalam apabila kedalaman fondasi ( $d$ ) lebih besar dibandingkan lebar fondasi ( $b$ ). Dalam merencanakan dan mendesain suatu fondasi, beban yang diterima fondasi harus lebih kecil dibandingkan kapasitas daya dukungnya. Apabila tanah tidak mempunyai daya dukung yang baik maka akan terjadi penurunan yang berlebihan. Penurunan yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya kegagalan struktur suatu gedung. Oleh sebab itu dalam merencanakan fondasi dalam diperlukan parameter-parameter tanah yang diperoleh dari hasil uji penyelidikan tanah.*

*Dalam penelitian ini daya dukung ultimit ( $Q_u$ ) tiang tunggal dihitung berdasarkan data N-SPT dengan Metode Reese & Wright dan daya dukung tiang kelompok ( $Q_g$ ) dihitung dengan Metode Converse-Labarre dan Metode Los Angeles. Selanjutnya daya dukung ultimit ( $Q_u$ ) akan dibandingkan dengan berdasarkan uji pembebanan statik interpretasinya dihitung dengan Metode Chin dan Metode Mazurkiewicz serta berdasarkan uji pembebanan dinamik menggunakan data hasil Pile Driving Analyzer (PDA) Test dan CAPWAP. Untuk penurunan fondasi metode yang dipakai adalah dengan metode semi empiris untuk penurunan elastik tiang tunggal, Metode Vesic untuk penurunan elastik tiang kelompok, dan Metode Equivalent Raft untuk penurunan konsolidasi tiang kelompok.*

*Sehingga tujuan akhir dalam penelitian ini adalah memperoleh hasil perhitungan dan membandingkannya dari beberapa metode tersebut. Hasil perhitungan nantinya harus dihubungkan berdasarkan persyaratan SNI 8460:2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan.*

**Kata kunci :** *fondasi, daya dukung, penurunan, uji pembebanan, PDA Test, CAPWAP*

---

**ABSTRAK**

*Title : Analysis of Bearing Capacity and Settlement of Bored Pile Foundation Based on Data of Soil Investigation and Loading Test*

*(Case Study : Permata Hijau Suites Project, Jakarta)*

*Name : Fajar Anjas Asmoro, NIM : 41116110163*

*Supervisor : Kukuh Mahi Sudrajat, S.T., M.T.*

*Deep foundation is one part of the lower structures which its function is to support the load and distribute it to hard ground. The load received by foundation will be transmitted through two mechanisms, namely pile sheath ( $Q_s$ ) and pile tip ( $Q_p$ ). It is called a deep foundation if the depth of the foundation ( $d$ ) is greater than the width of the foundation ( $b$ ). In planning and designing of a foundation, the load received by the foundation must be smaller than its carrying capacity. If the soil does not have a good bearing capacity, there will be excessive subsidence. Excessive subsidence will result in structural failure of a building. Therefore, soil parameters are needed in planning of the deep foundation, which are obtained from the results of soil investigation.*

*In this study, the ultimate bearing capacity ( $Q_u$ ) of a single pile was calculated based on N-SPT data using the Reese & Wright Method and the group pile bearing capacity ( $Q_g$ ) was calculated by Converse-Labarre Method and Los Angeles Method. Furthermore, the ultimate bearing capacity ( $Q_u$ ) will be compared based on the interpretation of static loading tests calculated by the Chin Method and Mazurkiewicz Method and based on dynamic loading tests using data from the Pile Driving Analyzer (PDA) Test and CAPWAP. In terms of foundation settlement, the method used are semi-empirical method for single pile elastic settlement, Vesic Method for group pile elastic settlement, and Equivalent Raft Method for group pile consolidation settlement.*

*Therefore, final objective of this study is to obtain the results of calculations and compare them with several of these methods. Later, the calculation results must be linked based on the requirements of SNI 8460:2017 regarding geotechnical design requirements so that a conclusion can be drawn.*

**Keywords:** *foundation, bearing capacity, subsidence, loading test, PDA Test, CAPWAP*

## KATA PENGANTAR

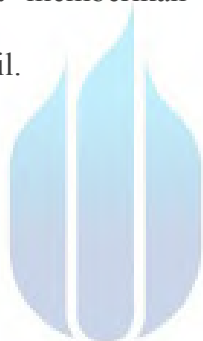
Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data Penyelidikan Tanah dan Uji Pembebanan (Studi Kasus : Proyek Permata Hijau Suites Apartement, Jakarta)”** ini sesuai batas yang telah ditentukan tanpa suatu halangan atau hambatan apapun. Tugas akhir ini dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat mencapai studi strata satu (S-1) jurusan teknik sipil fakultas teknik.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga dapat membantu atas terselesaikannya laporan tugas akhir ini khususnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung dan memberikan doa setiap langkah yang penulis tempuh.
2. Ibu Ir. Sylvia Indriany, M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Kukuh Mahi Sudrajat, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan selama pengerjaan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Pintor Tua Simatupang, M.T. Eng dan Ibu Ir. Desiana Vidayanti, M.T. selaku dosen penguji yang telah menguji dan memberikan arahan.
5. Para dosen program studi teknik sipil yang telah membekali ilmu selama menempuh pendidikan di Universitas Mercu Buana.

6. Bapak Sigit Rahmat Purwanto selaku *Project Manager* PT. Palmerindo Properti yang telah bersedia dan berkenan menjadikan Proyek Permata Hijau Suites sebagai studi kasus tugas akhir penulis.
7. Teman-teman mahasiswa/i Teknik Sipil angkatan 2016 Universitas Mercu Buana yang telah menempuh pendidikan dan belajar bersama-sama.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sehingga dapat menyempurnakan laporan yang penulis susun. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan sumbangsih dalam dunia pendidikan khususnya bagi dunia teknik sipil.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, September 2021

Penulis

---

**DAFTAR ISI**

|   |        |
|---|--------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | i      |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....  | ii     |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....  | iii    |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | iv     |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....   | vi     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | viii   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | xii    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | xiii   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | I - 1  |
| 1.1 Latar Belakang .....  | I - 1  |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....  | I - 3  |
| 1.3 Rumusan Masalah .....   | I - 3  |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....   | I - 3  |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....  | I - 4  |
| 1.6 Ruang Lingkup Penelitian .....                                      | I - 4  |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....   | I - 5  |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                    | II - 1 |
| 2.1 Definisi Tanah .....  | II - 1 |
| 2.2 Sifat-sifat Umum Tanah .....  | II - 1 |
| 2.2.1 Hubungan Antara Jumlah Butir, Air, dan<br>Udara Dalam Tanah ..... | II - 1 |
| 2.2.2 Konsistensi Tanah .....   | II - 4 |
| 2.3 Klasifikasi Tanah .....   | II - 6 |
| 2.3.1 Ukuran Partikel Tanah .....                                       | II - 6 |



|  |  |         |
|--|--|---------|
| 2.3.2                                  | Sistem <i>AASHTO</i> .....   | II - 6  |
| 2.3.3                                  | Sistem <i>USCS</i> .....   | II - 9  |
| 2.4                                    | Uji Penyelidikan Tanah .....   | II - 12 |
| 2.4.1                                  | <i>Cone Penetration Test (CPT)</i> .....                                   | II - 12 |
| 2.4.2                                  | <i>Standard Penetration Test (SPT)</i> .....                               | II - 15 |
| 2.4.3                                  | Uji Laboratorium .....   | II - 17 |
| 2.5                                    | Fondasi Dalam ( <i>Deep Foudation</i> ) .....                              | II - 20 |
| 2.6                                    | Jenis Fondasi Dalam .....  | II - 21 |
| 2.7                                    | Daya Dukung Fondasi ( <i>Bearing Capacity</i> ) .....                      | II - 22 |
| 2.7.1                                  | Daya Dukung Tiang Tunggal .....  | II - 23 |
| 2.7.2                                  | Daya Dukung Tiang Kelompok .....   | II - 26 |
| 2.8                                    | Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> ) .....                             | II - 28 |
| 2.9                                    | Pembebanan Struktur Atas.....  | II - 28 |
| 2.10                                   | Penurunan ( <i>Settlement</i> ) .....                                      | II - 29 |
| 2.10.1                                 | Penurunan Elastik .....  | II - 29 |
| 2.10.2                                 | Penurunan Konsolidasi .....  | II - 33 |
| 2.11                                   | Uji Pembebanan ( <i>Loading Test</i> ) .....                               | II - 35 |
| 2.12                                   | Interpretasi Daya Dukung Ultimit Berdasarkan Hasil Uji<br>Pembebanan ..... | II - 36 |
| 2.12.1                                 | Metode <i>Chin</i> .....   | II - 36 |
| 2.12.2                                 | Metode <i>Mazurkiewich</i> .....   | II - 37 |
| 2.13                                   | <i>PDA Test (Pile Driving Analyzer Test)</i> dan <i>CAPWAP</i> .....       | II - 38 |
| 2.14                                   | Penelitian Terdahulu .....   | II - 39 |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> ..... |  |         |
| 3.1                                    | Data Umum Proyek .....   | III - 1 |

|               |  |               |
|---------------|--|---------------|
| 3.2           | Data Lapangan .....  | III - 2       |
| 3.3           | Data Teknis .....  | III - 3       |
| 3.4           | Alur Penelitian .....  | III - 4       |
| 3.5           | Diagram Alir Penelitian .....  | III - 5       |
| <b>BAB IV</b> | <b>PEMBAHASAN</b> .....  | <b>IV - 1</b> |
| 4.1           | Pendahuluan .....  | IV - 1        |
| 4.2           | Parameter-parameter Tanah .....  | IV - 2        |
| 4.2.1         | Nilai NSPT dan Jenis Tanah .....   | IV - 3        |
| 4.2.2         | Korelasi Nilai CU .....  | IV - 4        |
| 4.2.3         | Faktor Adhesi .....  | IV - 4        |
| 4.3           | Daya Dukung Tiang Tunggal .....  | IV - 5        |
| 4.3.1         | Metode <i>Reese</i> dan <i>Wright</i> .....  | IV - 5        |
| 4.4           | Daya Dukung Tiang Kelompok .....   | IV - 9        |
| 4.4.1         | Metode <i>Converse - Labarre</i> .....   | IV - 12       |
| 4.4.2         | Metode <i>Los Angeles</i> .....  | IV - 13       |
| 4.5           | Pembebanan Struktur Atas .....   | IV - 14       |
| 4.6           | Penurunan ( <i>Settlement</i> ) .....  | IV - 16       |
| 4.6.1         | Penurunan Elastik Tiang Tunggal .....  | IV - 16       |
| 4.6.2         | Penurunan Elastik Tiang Kelompok .....   | IV - 22       |
| 4.6.3         | Penurunan Konsolidasi .....  | IV - 23       |
| 4.6.4         | Penurunan Total .....  | IV - 29       |
| 4.7           | Daya Dukung Berdasarkan Data Uji Pembebanan<br>Tiang ( <i>Axial Loading Test</i> ) ..... | IV - 30       |
| 4.7.1         | Metode <i>Chin</i> .....   | IV - 31       |
| 4.7.2         | Metode <i>Mazurkiewicz</i> .....   | IV - 34       |

|                       |   |         |
|-----------------------|---|---------|
| 4.8                   | Daya Dukung Berdasarkan Data <i>PDA Test</i> dan<br><i>CAPWAP</i> ..... | IV - 35 |
| <b>BAB V</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                                       | V - 1   |
| 5.1                   | Kesimpulan .....  | V - 1   |
| 5.2                   | Saran .....   | V - 3   |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....   | xv      |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....   | xvii    |



---

**DAFTAR TABEL**

|           |   |         |
|-----------|---|---------|
| Tabel 2.1 | Sistem klasifikasi tanah <i>AASHTO</i> .....                    | II - 8  |
| Tabel 2.2 | Sistem klasifikasi tanah <i>USCS</i> .....                      | II - 10 |
| Tabel 2.3 | Nilai faktor keamanan (SF) untuk fondasi tiang .....            | II - 28 |
| Tabel 2.4 | Nilai koefisien $C_p$ .....                                     | II - 31 |
| Tabel 2.5 | Modulus elastisitas tanah ( $E_s$ ) .....                       | II - 32 |
| Tabel 2.6 | Angka poisson tanah ( $\mu_s$ ) .....                           | II - 32 |
| Tabel 2.7 | Penelitian terdahulu .....                                      | II - 40 |
| Tabel 4.1 | Daya Dukung Selimut Tiang ( $Q_s$ ) .....                       | IV - 7  |
| Tabel 4.2 | Data Pembebanan .....   | IV - 14 |
| Tabel 4.3 | Hasil <i>PDA Test</i> dan <i>CAPWAP</i> .....                   | IV - 16 |
| Tabel 4.4 | Nilai koefisien $C_p$ ) .....                                   | IV - 19 |
| Tabel 4.5 | Angka Poission Tanah ( $\mu_s$ ) .....                          | IV - 20 |
| Tabel 4.6 | Modulus elastisitas tanah ( $E_s$ ) .....                       | IV - 21 |
| Tabel 4.7 | Data hasil uji pembebanan .....                                 | IV - 30 |
| Tabel 4.8 | Data uji pembebanan tiang <i>bored pile</i> TP-2 / BP-353 ..... | IV - 32 |
| Tabel 4.9 | Hasil <i>PDA Test</i> dan <i>CAPWAP</i> .....                   | IV - 36 |

---

**DAFTAR GAMBAR**

|             |   |         |
|-------------|---|---------|
| Gambar 2.1  | Diagram fase tanah .....  | II - 2  |
| Gambar 2.2  | Batas-batas <i>Atterberg</i> .....  | II - 5  |
| Gambar 2.3  | Ukuran partikel tanah .....   | II - 6  |
| Gambar 2.4  | Daerah batas cair dan indeks plastisitas tanah-tanah<br>kelompok: A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 ..... | II - 7  |
| Gambar 2.5  | Klasifikasi tanah menurut <i>Schmertmann</i> .....  | II - 14 |
| Gambar 2.6  | Laporan hasil <i>CPT</i> atau sondir .....  | II - 15 |
| Gambar 2.7  | Skema urutan uji penetrasi standar ( <i>SPT</i> ) .....   | II - 16 |
| Gambar 2.8  | Hasil bor log dan <i>SPT</i> .....  | II - 17 |
| Gambar 2.9  | Hasil Uji <i>Direct Shear</i> .....   | II - 18 |
| Gambar 2.10 | Hasil Uji <i>Unconfined Compression Test</i> .....  | II - 18 |
| Gambar 2.11 | Hasil Uji Konsolidasi .....   | II - 19 |
| Gambar 2.12 | Hasil Uji <i>Triaxial, UU, CD, dan CU</i> .....   | II - 20 |
| Gambar 2.13 | Sketsa lebar dan dalam fondasi .....  | II - 20 |
| Gambar 2.14 | Mekanisme transfer beban fondasi tiang ke tanah .....   | II - 23 |
| Gambar 2.15 | Nilai batas tahanan ujung tiang bor pada tanah<br>non kohesif .....                                 | II - 24 |
| Gambar 2.16 | Faktor adhesi tiang bor .....   | II - 25 |
| Gambar 2.17 | Nilai batas tahanan selimut tiang bor pada tanah<br>non kohesif .....                               | II - 26 |
| Gambar 2.18 | Efisiensi tiang kelompok .....  | II - 26 |
| Gambar 2.19 | Nilai koefisien dari <i>skin friction</i> ( $\xi$ ) .....   | II - 30 |
| Gambar 2.20 | Penurunan konsolidasi tiang kelompok .....  | II - 34 |
| Gambar 2.21 | Kurva beban dan penurunan .....   | II - 36 |

---

|             |   |         |
|-------------|---|---------|
| Gambar 2.22 | Interpretasi beban ultimit Metode <i>Chin</i> .....                 | II - 37 |
| Gambar 2.23 | Interpretasi beban ultimit Metode <i>Mazurkiewicz</i> .....         | II - 38 |
| Gambar 2.24 | Pengaturan umum pengujian <i>HSDP</i> untuk fondasi dalam ....      | II - 39 |
| Gambar 3.1  | Lokasi Proyek Permata Hijau Suites .....                            | III -1  |
| Gambar 3.2  | Lokasi titik uji penyelidikan tanah <i>CPT</i> dan <i>SPT</i> ..... | III - 2 |
| Gambar 3.3  | Diagram alir penelitian .....                                       | III - 5 |
| Gambar 4.1  | Ilustrasi bored pile pada titik DB-1 .....                          | IV - 1  |
| Gambar 4.2  | Nilai N-SPT dan jenis tanah .....                                   | IV - 3  |
| Gambar 4.3  | Grafik korelasi N-SPT dengan Cu .....                               | IV - 4  |
| Gambar 4.4  | Faktor adhesi tiang bor .....                                       | IV - 5  |
| Gambar 4.5  | Denah titik <i>bored pile</i> Proyek Permata Hijau Suites .....     | IV - 10 |
| Gambar 4.6  | Denah tinjauan konfigurasi tiang kelompok .....                     | IV - 11 |
| Gambar 4.7. | Nilai koefisien dari <i>skin friction</i> ( $\xi$ ) .....           | IV - 18 |
| Gambar 4.8  | Potongan <i>equivalent raft</i> yang ditinjau .....                 | IV - 23 |
| Gambar 4.9  | Grafik hubungan beban dengan penurunan TP-2 / BP-353 ...            | IV - 31 |
| Gambar 4.10 | Grafik antara rasio beban dan penurunan (s/P) .....                 | IV - 32 |
| Gambar 4.11 | Grafik nilai $C_1$ .....  | IV - 33 |
| Gambar 4.12 | Grafik interpretasi beban ultimit Metode <i>Mazurkiewicz</i> .....  | IV -34  |