

**SKRIPSI**

**DAYA DUKUNG KOMBINASI PONDASI TIANG DAN PILE  
CAP PADA TANAH PASIR CALCAREOUS DI MAKASSAR**



**Abram Kris Wicaksono**

**NPM: 6101801091**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Martin Wijaya, S.T., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JANUARI 2022**

**SKRIPSI**

**DAYA DUKUNG KOMBINASI PONDASI TIANG DAN PILE  
CAP PADA TANAH PASIR CALCAREOUS DI MAKASSAR**



**Abram Kris Wicaksono**

**NPM: 6101801091**

**PEMBIMBING:** Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. ....

**KO-PEMBIMBING:** Martin Wijaya, S.T., Ph.D. ....

**PENGUJI 1:** Siska Rustiani, Ir., M.T. ....

**PENGUJI 2:** Rinda Karlinasari, Ir., M.T., Dr. ....

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JANUARI 2022**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abram Kris Wicaksono

NPM : 6101801091

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **DAYA DUKUNG KOMBINASI PONDASI TIANG DAN PILE CAP PADA TANAH PASIR CALCAREOUS DI MAKASSAR** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku.

Bandung, Januari 2022



Abram Kris Wicaksono

6101801091

# DAYA DUKUNG KOMBINASI PONDASI TIANG DAN PILE CAP PADA TANAH PASIR CALCAREOUS DI MAKASSAR

Nama: Abram Kris Wicaksono  
NPM: 6101801091

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.  
Ko-Pembimbing: Martin Wijaya, S.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2022**

## ABSTRAK

Pondasi merupakan sebuah elemen struktur dengan fungsi sebagai sarana pemindahan beban dari struktur atas menuju tanah maupun batuan di bawahnya. Untuk menghindari kegagalan konstruksi sebuah gedung struktur, diperlukan perencanaan pondasi yang tepat. Oleh karena itu, daya dukung dari sebuah pondasi perlu diperhitungkan dalam merencanakan sebuah bangunan struktur. Sebuah proyek pembangunan gedung tiga lantai bernama *Business Park – Center Point Ciputra* yang terletak pada Kawasan Reklamasi Makassar terdapat sebuah permasalahan pada desain pondasi yang digunakan. Tanah keras pada lokasi tersebut terletak pada kedalaman 21,4 meter dari permukaan reklamasi dimana tanah yang digunakan untuk reklamasi merupakan tanah calcareous dengan tebal penimbunan sebesar 8,6 meter. Penggunaan pondasi dalam dengan panjang hingga menyentuh tanah keras pada bangunan yang memiliki beban rencana sebesar 32 ton akan memakan biaya yang begitu besar karena dimensinya yang terlalu besar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang-rakit yang terdiri dari *pile cap* dan tiang pancang. Di dalam perencanaannya, daya dukung yang dimiliki kombinasi pondasi tersebut harus dipastikan memenuhi beban yang direncanakan. Pada penelitian ini diperoleh tiga nilai daya dukung ultimit dengan tiga metode yang berbeda. Berdasarkan pemodelan menggunakan Plaxis 2D, diperoleh daya dukung ultimit sebesar 99,55 ton, sedangkan dengan menggunakan metode Chin dan metode Mazurkiewicz diperoleh daya dukung ultimit secara berurutan sebesar 96,9 ton dan 124 ton. Pada pemodelan diperoleh rasio beban antara *pile cap* dan tiang pancang pada beban rencana secara berurutan sebesar 38,1% dan 61,9% dengan faktor reduksi sistem pondasi sebesar 70,8%. Stress zone yang dihasilkan sistem pondasi mencapai lapisan tanah lempung, akan tetapi pengaruh terhadap penurunan sangat kecil. Hal ini dibuktikan dengan penurunan total akibat konsolidasi selama 50 tahun yang diperoleh sebesar 1,924 mm.

Kata kunci: reklamasi Makassar, pasir calcareous, kombinasi pondasi, daya dukung ultimit, rasio beban, faktor reduksi, *stress zone*, konsolidasi

# **BEARING CAPACITY OF PILE FOUNDATION AND PILE CAP COMBINATION ON CALCAREOUS SAND SOIL IN MAKASSAR**

Name: Abram Kris Wicaksono  
NPM: 6101801091

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.  
Co-Advisor: Martin Wijaya, S.T., Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG  
JANUARY 2022**

## **ABSTRACT**

Foundation is a structural element with a function as a means of transferring the load from the upper structure to the soil and rock below it. To avoid failure, proper foundation planning is needed. Therefore, the bearing capacity of a foundation needs to be well-planned in a structural building. A three-story building construction project called Business Park – Center Point Ciputra which is located in the Makassar Reclamation Area has a problem in the design of the foundation. The hard soil at this location is located at a depth of 21,4 meters from the reclamation surface where the land used for reclamation is calcareous sand with an embankment thickness of 8,6 meters. The use of deep foundations with a length that reaches the hard ground in a building that has a design load of 32 tons will cost a lot because the dimensions are too large. To overcome these problems, foundation planning is carried out using a pile-raft foundation consisting of pile caps and piles. In the design, the bearing capacity of the foundation combination must be ensured to meet the design load. In this study, three values of ultimate bearing capacity were obtained with three different methods. Based on the modeling using Plaxis 2D, the ultimate bearing capacity was 99,55 tons, while by using Chin's method and Mazurkiewicz's method, the ultimate bearing capacity was 96,9 tons and 124 tons, respectively. In modeling, the load ratio between pile cap and pile at design load is 38,1% and 61,9%, respectively, with a reduction factor of 70,8%. The stress zone that generated by the foundation system reach the layer of clay, but it give a little effect on settlement. That result was proved by the total settlement due to 50-year consolidation which was obtained by 1,924 mm.

Keywords: Makassar reclamation, calcareous sand, foundation combination, ultimate bearing capacity, load ratio, reduction factor, stress zone, consolidation

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi tepat pada waktunya. Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir Skripsi merupakan pemenuhan salah satu syarat kelulusan sarjana Program Studi Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan baik materi maupun moral sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D selaku dosen pembimbing yang senantiasa membantu dan memberikan wawasan selama dalam proses pengerjaan skripsi.
2. Bapak Martin Wijaya, S.T., Ph.D selaku dosen ko-pembimbing yang senantiasa menuntun dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam proses analisis pada skripsi ini.
3. Ko Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T. dan Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T. yang membantu penulis dalam pengumpulan data, memberi masukan, serta referensi selama proses pengerjaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen kelompok bidang ilmu geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu yang diperlukan untuk mengerjakan skripsi ini.
5. Papa, Mama, dan Kakak yang selalu memberikan penulis dukungan serta doa selama ini.
6. Olivia Angelica yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
7. Kejo, Octa, Oliver, Irfan, Davin, dan Tabitha selaku teman seperbimbingan yang saling mendukung dalam proses pengerjaan skripsi ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil 2018 yang telah bersama-sama berjuang di bangku perkuliahan

9. Seluruh pihak yang telah terlibat dalam proses perkuliahan penulis dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir Skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan segala kekurangan yang ada sehingga Tugas Akhir Skripsi ini dapat berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Bandung, Januari 2022



Abram Kris Wicaksono

6101801091



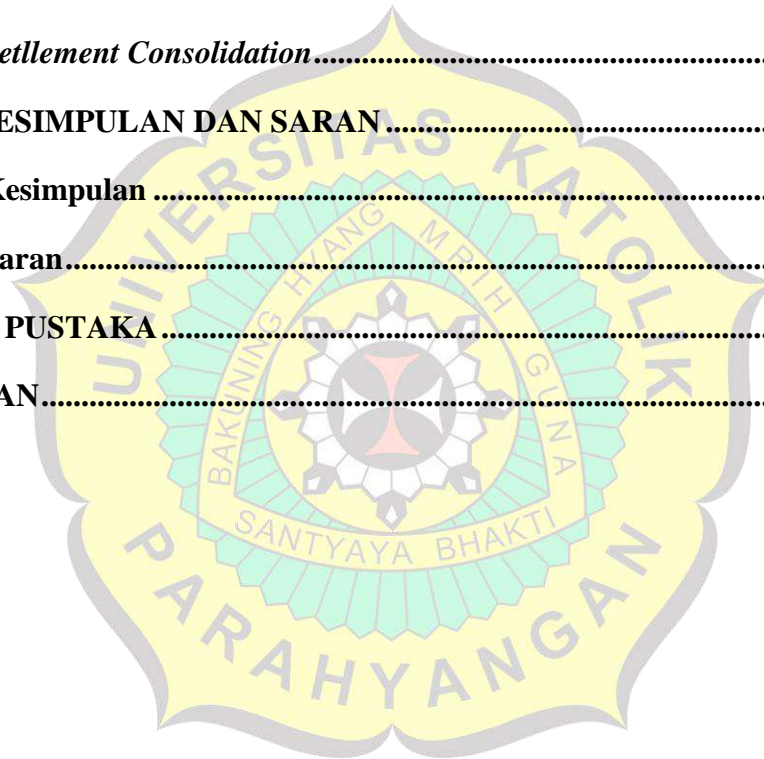
## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| PERNYATAAN.....   | i    |
| ABSTRAK .....   | ii   |
| ABSTRACT .....  | iii  |
| PRAKATA .....   | iv   |
| DAFTAR ISI.....   | vi   |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....                           | ix   |
| DAFTAR GAMBAR.....  | xi   |
| DAFTAR TABEL .....  | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                      | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                    | 1    |
| 1.2 Inti Permasalahan .....                                 | 2    |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....                       | 3    |
| 1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....                           | 3    |
| 1.5 Diagram Alir Penelitian.....                            | 4    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                             | 5    |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                 | 7    |
| 2.1 Tanah.....  | 7    |
| 2.2 Penyelidikan Tanah.....                                 | 9    |
| 2.2.1 Cone Penetration Tests (CPT and CPTu) .....           | 12   |
| 2.2.1.1 Tahanan Konus dan Tahanan Selimut .....             | 14   |
| 2.2.1.2 Korelasi Parameter Tanah Menggunakan Data CPT ..... | 15   |
| 2.2.2 Standard Penetration Tests (SPT) .....                | 17   |
| 2.2.2.1 Korelasi Parameter Tanah Menggunakan Data SPT.....  | 20   |
| 2.3 Pasir Calcareous .....                                  | 21   |



|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.3.1   | Sifat dan Parameter Pasir Calcareous.....                          | 22        |
| 2.4   | Pondasi .....  | 23        |
| 2.4.1   | Pondasi Dangkal .....  | 24        |
| 2.4.2   | Pondasi Dalam.....   | 25        |
| 2.4.2.1   | Daya Dukung Pondasi Dalam .....                                    | 27        |
| 2.4.3   | Pondasi Tiang-Rakit.....   | 29        |
| 2.5   | Program Plaxis 2D Connect V20 .....                                | 30        |
| 2.6   | Mohr-Coulomb Model .....   | 31        |
| 2.7   | <i>Soil-Structure Interaction</i> .....                            | 33        |
| 2.8   | <i>Axial Compression Pile Load Test</i> .....                      | 34        |
| <b>BAB III DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |  | <b>36</b> |
| 3.1   | Deskripsi Proyek.....  | 36        |
| 3.2   | Data Teknis Pondasi Tiang dan Pile Cap.....                        | 36        |
| 3.3   | Data Uji Lapangan .....  | 37        |
| 3.4   | Penentuan Parameter Tanah .....                                    | 38        |
| 3.5   | Pemodelan Plaxis 2D Connect V20.....                               | 39        |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>         |  | <b>40</b> |
| 4.1   | Parameter Tanah.....   | 40        |
| 4.2   | Parameter Pondasi .....  | 40        |
| 4.3   | Ekuivalensi Geometri <i>Pile Cap</i> .....                         | 41        |
| 4.4   | Pembebanan.....  | 41        |
| 4.5   | Pemodelan pada Plaxis 2D Connect V20 .....                         | 42        |
| 4.6   | Analisis Pembebanan Terhadap Penurunan .....                       | 44        |
| 4.7   | Daya Dukung Kombinasi Pondasi .....                                | 47        |
| 4.7.1   | Daya Dukung Kombinasi Pondasi Dengan <i>Plaxis 2D</i> .....        | 47        |
| 4.7.2   | Daya Dukung Kombinasi Pondasi Dengan Data <i>Pile Load Test</i> .. | 48        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.7.2.1 Metode Chin.....   | 48        |
| 4.6.2.2 Metode Mazurkiewicz .....                                      | 49        |
| 4.8 Pembahasan Daya Dukung Kombinasi Pondasi .....                     | 50        |
| 4.9 Daya Dukung pada Masing-Masing <i>Pile Cap</i> dan Tiang Pancang.. | 51        |
| 4.10 Rasio Beban <i>Pile Cap</i> dan Tiang Pancang .....               | 53        |
| 4.11 Pembahasan Rasio Beban <i>Pile Cap</i> dan Tiang Pancang.....     | 69        |
| 4.12 Faktor Reduksi Sistem Pondasi .....                               | 71        |
| 4.13 <i>Stress Zone</i> .....  | 72        |
| 4.14 <i>Settlement Consolidation</i> .....                             | 73        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                                | <b>74</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 74        |
| 5.2 Saran.....   | 75        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....  | <b>76</b> |
| <b>LAMPIRAN</b> .....  | <b>78</b> |



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|                    |  |
|--------------------|--|
| $\Sigma M_{sf}$    | = faktor keamanan global                                       |
| 2D                 | = dua dimensi  |
| 3D                 | = tiga dimensi   |
| ASTM               | = <i>American Society for Testing and Materials</i>            |
| c                  | = kohesi   |
| CaCO <sub>3</sub>  | = kalsium karbonat   |
| cm                 | = centimeter   |
| CPT                | = <i>Cone Penetrometer Test</i>                                |
| CPTu               | = <i>Piezocoone</i>  |
| E                  | = modulus Young  |
| E <sub>oed</sub>   | = modulus oedometer  |
| FEM                | = <i>Finite Element Method</i>                                 |
| FK                 | = faktor keamanan  |
| f <sub>s</sub>     | = gaya total yang bekerja pada selimut selongsong penetrometer |
| G                  | = modulus geser  |
| K <sub>0</sub>     | = koefisien tekanan tanah lateral initial                      |
| kN                 | = kilo Newton  |
| m                  | = meter  |
| MC                 | = <i>Mohr-Coloumb</i>  |
| mm                 | = milimeter  |
| MPa                | = megapascal   |
| N                  | = Newton   |
| NGI                | = <i>Norwegian Geotechnical Institute</i>                      |
| PUPR               | = Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat                          |
| Q <sub>all</sub>   | = daya dukung izin   |
| q <sub>c</sub>     | = gaya total yang bekerja pada kerucut penetrometer            |
| Q <sub>p</sub>     | = daya dukung ujung  |
| Q <sub>s</sub>     | = daya dukung selimut  |
| Q <sub>ult</sub>   | = daya dukung ultimit  |
| RF                 | = rasio friksi (f <sub>s</sub> /q <sub>c</sub> )               |
| R <sub>inter</sub> | = <i>interface strength</i>                                    |

|                |   |
|----------------|---|
| $\sigma_N$     | = beban normal per luasan                                 |
| SNI            | = Standar Nasional Indonesia                              |
| $u$            | = tekanan air pori hidrostatik                            |
| $u_2$          | = tekanan air pori pada bagian bawah selimut penetrometer |
| $u_3$          | = tekanan air pori pada bagian atas selimut penetrometer  |
| $\gamma$       | = berat isi tanah   |
| $\gamma_{sat}$ | = berat isi tanah jenuh                                   |
| $\gamma_w$     | = berat isi air   |
| $\mu$          | = rasio Poisson   |
| $\sigma_v$     | = tegangan vertikal total tanah                           |
| $\sigma'_v$    | = tegangan vertikal efektif tanah                         |
| $\phi$         | = sudut geser dalam                                       |



## DAFTAR GAMBAR

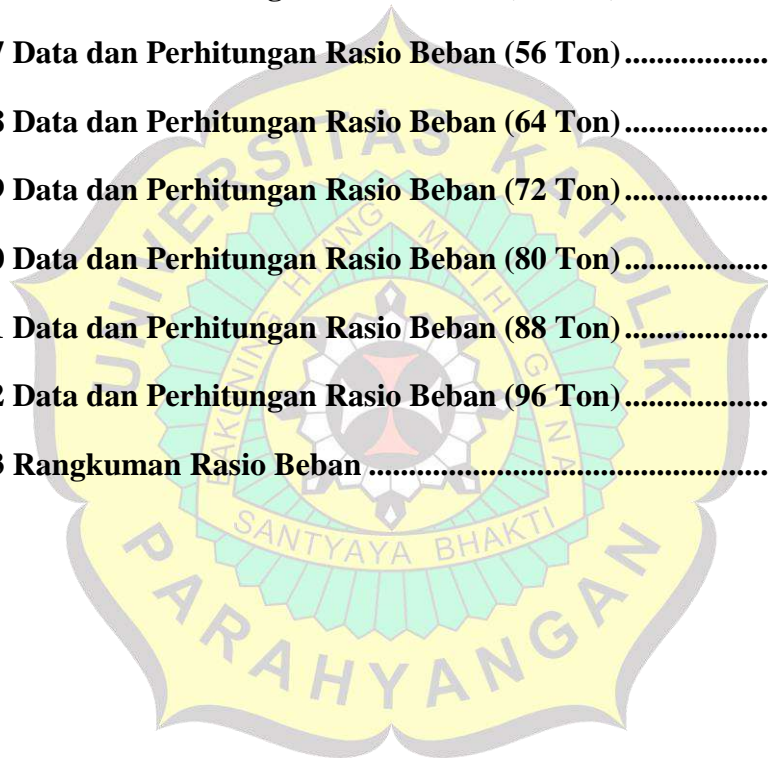
|   |    |
|---|----|
| Gambar 1.1 Reklamasi di Makassar .....  | 1  |
| Gambar 1.2 Makassar Calcareous Sand.....                                      | 2  |
| Gambar 2.1 Diagram Elemen Tanah (Das, 1995) .....                             | 7  |
| Gambar 2.2 Penetrometer .....   | 12 |
| Gambar 2.3 Alat Uji CPTu .....  | 13 |
| Gambar 2.4 Kurva Korelasi Berat Isi Tanah Berdasarkan CPT .....               | 15 |
| Gambar 2.5 Alat Penetrasi Uji SPT .....                                       | 18 |
| Gambar 2.6 Rangkaian Alat Uji SPT.....  | 18 |
| Gambar 2.7 Skema Uji SPT .....  | 19 |
| Gambar 2.8 <i>Values of Compression Index on Jeju Costal Area Sands</i> ..... | 23 |
| Gambar 2.9 Bentuk dan Dimensi Pondasi Telapak.....                            | 25 |
| Gambar 2.10 Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor .....                         | 26 |
| Gambar 2.11 Pondasi Kaison.....   | 27 |
| Gambar 2.12 Faktor Reduksi Daya Dukung Selimut (Nottingham, 1975)....         | 29 |
| Gambar 2.13 Plain Strain Model.....   | 30 |
| Gambar 2.14 Axisymmetry Model .....   | 31 |
| Gambar 2.15 Perbandingan Dengan dan Tanpa <i>Interface</i> pada Plaxis.....   | 33 |
| Gambar 2.16 Metode Chin (1970) .....  | 35 |
| Gambar 2.17 Metode Mazurkiewicz (1972).....                                   | 35 |
| Gambar 3.1 Lokasi Proyek .....  | 36 |
| Gambar 3.2 Hasil Uji CPTu .....   | 37 |
| Gambar 3.3 Hasil Uji <i>Pile Load Test</i> .....                              | 38 |
| Gambar 4.1 Stratifikasi Tanah pada Pemodelan.....                             | 42 |
| Gambar 4.2 Pemodelan Struktur Pondasi.....                                    | 42 |
| Gambar 4.3 <i>Model Meshing</i> .....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.4 <i>Phase Construction</i> .....   | 43 |
| Gambar 4.5 Kurva <i>Load vs Displacement</i> Pemodelan .....                         | 45 |
| Gambar 4.6 Kurva <i>Load vs Displacement</i> Pemodelan ( <i>Back Analysis</i> )..... | 46 |
| Gambar 4.7 Hasil <i>Safety Analysis</i> pada Kombinasi Pondasi .....                 | 47 |
| Gambar 4.8 Plot <i>Settlement vs S/Q</i> (Metode Chin).....                          | 49 |
| Gambar 4.9 Penentuan Daya Dukung Ultimit (Metode Mazurkiewicz) .....                 | 50 |
| Gambar 4.10 Hasil <i>Safety Analysis</i> pada <i>Pile Cap</i> .....                  | 51 |
| Gambar 4.11 Hasil <i>Safety Analysis</i> pada Tiang Pancang .....                    | 52 |
| Gambar 4.12 Persamaan dan Ilustrasi Perhitungan Beban pada <i>Pile Cap</i> ...       | 53 |
| Gambar 4.13 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (8 Ton) .....                         | 54 |
| Gambar 4.14 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (16 Ton) .....                        | 55 |
| Gambar 4.15 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (24 Ton) .....                        | 56 |
| Gambar 4.16 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (32 Ton) .....                        | 58 |
| Gambar 4.17 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (40 Ton) .....                        | 59 |
| Gambar 4.18 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (48 Ton) .....                        | 60 |
| Gambar 4.19 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (56 Ton) .....                        | 62 |
| Gambar 4.20 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (64 Ton) .....                        | 63 |
| Gambar 4.21 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (72 Ton) .....                        | 64 |
| Gambar 4.22 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (80 Ton) .....                        | 66 |
| Gambar 4.23 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (88 Ton) .....                        | 67 |
| Gambar 4.24 Diagram Beban pada <i>Pile Cap</i> (96 Ton) .....                        | 68 |
| Gambar 4.25 Kurva Rasio (%) terhadap Q Total .....                                   | 70 |
| Gambar 4.26 Kurva Beban (Ton) terhadap Q Total.....                                  | 71 |
| Gambar 4.27 <i>Stress Zone</i> .....   | 72 |
| Gambar 4.28 <i>Settlement Consolidation</i> .....                                    | 73 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Jumlah Minimum Penyelidikan Tanah.....  | 10 |
| Tabel 2.2 <i>Applicability of CPT and CPTu Tests</i> .....  | 13 |
| Tabel 2.3 <i>Value of Nkt Based on Cone Type</i> .....  | 16 |
| Tabel 2.4 Korelasi Modulus Tanah Dengan Tahanan Konus (qc) .....  | 17 |
| Tabel 2.5 Koreksi-Koresi pada Uji SPT (Youd, T.L. & Idriss, I.M., 2001)...                              | 20 |
| Tabel 2.6 Variasi korelasi N-SPT dengan cu tanah lempung (Terzaghi dan Peck, 1967) .....                | 21 |
| Tabel 2.7 Kandungan Senyawa Pada Pasir Calcareous (He et al, 2020) .....                                | 21 |
| Tabel 2.8 Kandungan CaCO <sub>3</sub> Pada Pasir Calcareous Makassar (NGI, 2017) .....                  | 22 |
| Tabel 2.9 <i>Sensitivity Study of Friction Angle on Calcareous Sand</i> .....                           | 23 |
| Tabel 2.10 <i>Typical Values of Poisson's Ratio for Soils and Rocks</i> (Kulhawy et al., 1983) .....    | 31 |
| Tabel 2.11 Penentuan Nilai K dan $\delta$ pada Tanah Pasir (Tomlinson, 1986)...                         | 32 |
| Tabel 2.12 <i>Suggested Reduction Factors, <math>R_{inter}</math></i> (Brinkgreeve and Shen, 2011) 33   |    |
| Tabel 3.1 Data Teknis <i>Pile Load Test</i> .....   | 37 |
| Tabel 4.1 Data Parameter Tanah .....  | 40 |
| Tabel 4.2 Data Parameter Pondasi.....   | 40 |
| Tabel 4.3 Ekuivalensi Geometri Pile Cap .....   | 41 |
| Tabel 4.4 Pembebanan.....   | 41 |
| Tabel 4.5 <i>Output Settlement</i> dengan Parameter Tanah Hasil Korelasi .....                          | 44 |
| Tabel 4.6 Parameter Tanah ( <i>Back Analysis</i> ).....   | 45 |
| Tabel 4.7 <i>Output Settlement</i> dengan Parameter Tanah Hasil Korelasi ( <i>Back Analysis</i> ) ..... | 46 |
| Tabel 4.8 Rasio S/Q (Metode Chin) .....   | 48 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Daya Dukung Ultimit.....</b>     | <b>50</b> |
| <b>Tabel 4.10 Daya Dukung Pondasi.....</b>                       | <b>53</b> |
| <b>Tabel 4.11 Data dan Perhitungan Rasio Beban (8 Ton).....</b>  | <b>54</b> |
| <b>Tabel 4.12 Data dan Perhitungan Rasio Beban (16 Ton).....</b> | <b>55</b> |
| <b>Tabel 4.13 Data dan Perhitungan Rasio Beban (24 Ton).....</b> | <b>57</b> |
| <b>Tabel 4.14 Data dan Perhitungan Rasio Beban (32 Ton).....</b> | <b>58</b> |
| <b>Tabel 4.15 Data dan Perhitungan Rasio Beban (40 Ton).....</b> | <b>59</b> |
| <b>Tabel 4.16 Data dan Perhitungan Rasio Beban (48 Ton).....</b> | <b>61</b> |
| <b>Tabel 4.17 Data dan Perhitungan Rasio Beban (56 Ton).....</b> | <b>62</b> |
| <b>Tabel 4.18 Data dan Perhitungan Rasio Beban (64 Ton).....</b> | <b>63</b> |
| <b>Tabel 4.19 Data dan Perhitungan Rasio Beban (72 Ton).....</b> | <b>65</b> |
| <b>Tabel 4.20 Data dan Perhitungan Rasio Beban (80 Ton).....</b> | <b>66</b> |
| <b>Tabel 4.21 Data dan Perhitungan Rasio Beban (88 Ton).....</b> | <b>67</b> |
| <b>Tabel 4.22 Data dan Perhitungan Rasio Beban (96 Ton).....</b> | <b>69</b> |
| <b>Tabel 4.23 Rangkuman Rasio Beban .....</b>                    | <b>70</b> |





## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1. Data Uji CPTu.....               | 78 |
| Lampiran 2. Data <i>Pile Load Test</i> ..... | 87 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bangunan struktur memiliki dua komponen utama yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas merupakan bagian dari struktur bangunan gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 1726: 2019). Struktur atas sendiri terdiri dari beberapa komponen seperti kolom, balok, pelat, dan tangga jika bangunan tersebut merupakan bangunan bertingkat. Sedangkan, struktur bawah merupakan bagian penting dari sebuah konstruksi yang meliputi bagian dari struktur bangunan gedung yang terletak di bawah muka tanah (SNI 1726: 2019). Salah satu bagian dari struktur bawah yang sangat penting, yaitu pondasi.

Pondasi merupakan sebuah elemen struktur dengan fungsi sebagai sarana pemindahan beban dari struktur atas menuju tanah maupun batuan di bawahnya. Untuk menghindari kegagalan konstruksi sebuah gedung struktur, diperlukan perencanaan pondasi yang tepat. Oleh karena itu, daya dukung dari sebuah pondasi perlu diperhitungkan dalam merencanakan sebuah bangunan struktur. Pondasi dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori besar: pondasi dangkal dan pondasi dalam (Coduto et al, 2014).

Sebuah proyek pembangunan gedung tiga lantai yang terletak pada Kawasan Reklamasi Makassar terdapat sebuah permasalahan pada desain pondasi yang digunakan.



**Gambar 1.1 Reklamasi di Makassar**  
(Sumber: *Google Earth*)

Kondisi tanah pada lokasi tersebut memiliki tanah keras berkisar pada kedalaman 10-13 meter di bawah dasar laut dengan tanah reklamasi berupa pasir calcareous

sedalam kurang lebih 11-13 meter. Pasir calcareous sendiri merupakan salah satu jenis pasir dengan bahan dasar cangkang organik dari binatang laut yang mengandung kalsium karbonat atau  $\text{CaCO}_3$  (Tamsir et al, 2020).



**Gambar 1.2 Makassar Calcareous Sand**  
(Sumber: Tamsir et al, 2020)

Pasir ini bersifat permeable terhadap air dan udara karena jarak antar partikelnya yang besar. Selain itu, keunikan dari pasir calcareous yaitu pasir ini bersifat kompresible dimana jika pasir ini diberikan beban maka akan terjadi pemampatan. Jenis pondasi yang tepat dengan tanah pendukung (tanah keras) yang terletak pada kedalaman 10 meter atau lebih adalah pondasi dalam (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1980). Akan tetapi, untuk membangun sebuah sistem pondasi dalam hingga menyentuh tanah keras dengan hanya bertujuan menopang beban yang relatif kecil diperkirakan akan memakan biaya yang terlalu tinggi. Oleh karena itu dengan adanya permasalahan ini, penulis melakukan penelitian yang berjudul ***“Daya Dukung Kombinasi Pondasi Tiang dan Pile Cap pada Tanah Pasir Calcareous di Makassar”*** dengan tujuan mendapatkan serta menganalisis daya dukung pada kombinasi pondasi yang digunakan.

## 1.2 Inti Permasalahan

Pembangunan gedung dengan pondasi dalam berjenis tiang pancang kerap kali menggunakan pile cap sebagai pengikat dan penyalur beban antara kolom dengan pondasi. Lain dari itu, penggunaan *pile cap* juga diterapkan ketika tiang pancang ditempatkan secara berkelompok (Coduto et al, 2014). Kombinasi tersebut secara umum menggunakan tiang pancang dengan panjang hingga menyentuh tanah keras. Pada kasus ini, penggunaan tiang pancang hingga menyentuh tanah keras akan memakan biaya yang begitu besar dikarenakan posisi

tanah keras yang terlampaui dalam (20-30 meter di bawah permukaan tanah). Sehingga pondasi yang direncanakan pada bangunan tersebut menggunakan kombinasi pondasi tiang pancang dan *pile cap* pada tanah dasar pasir calcareous dengan panjang tiang pancang tidak mencapai tanah keras. Selain itu, besar daya dukung dari *pile cap* sendiri sebagai salah satu sistem pondasi jarang diperhitungkan. Untuk membuktikan bahwa pondasi kuat menahan beban yang direncanakan, dibutuhkan pemodelan dan perhitungan daya dukung kombinasi pondasi tersebut. Kombinasi ini dapat menciptakan perbandingan kontribusi daya dukung antara *pile cap* dengan tiang pancang serta efisiensi dari kombinasi pondasi.

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian yang akan dilakukan yaitu menentukan parameter tanah berdasarkan data yang diperoleh, menghitung daya dukung kombinasi pondasi secara terpisah (pondasi dangkal dan dalam), menghitung besarnya daya dukung dari kombinasi pondasi tiang pancang dan *pile cap* pada tanah pasir calcareous di Makassar.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan besarnya daya dukung dari kombinasi pondasi tiang pancang dan *pile cap* pada tanah pasir calcareous di Makassar, memperoleh perbandingan kontribusi daya dukung antara *pile cap* dengan tiang pancang, serta efisiensi dari kombinasi pondasi.

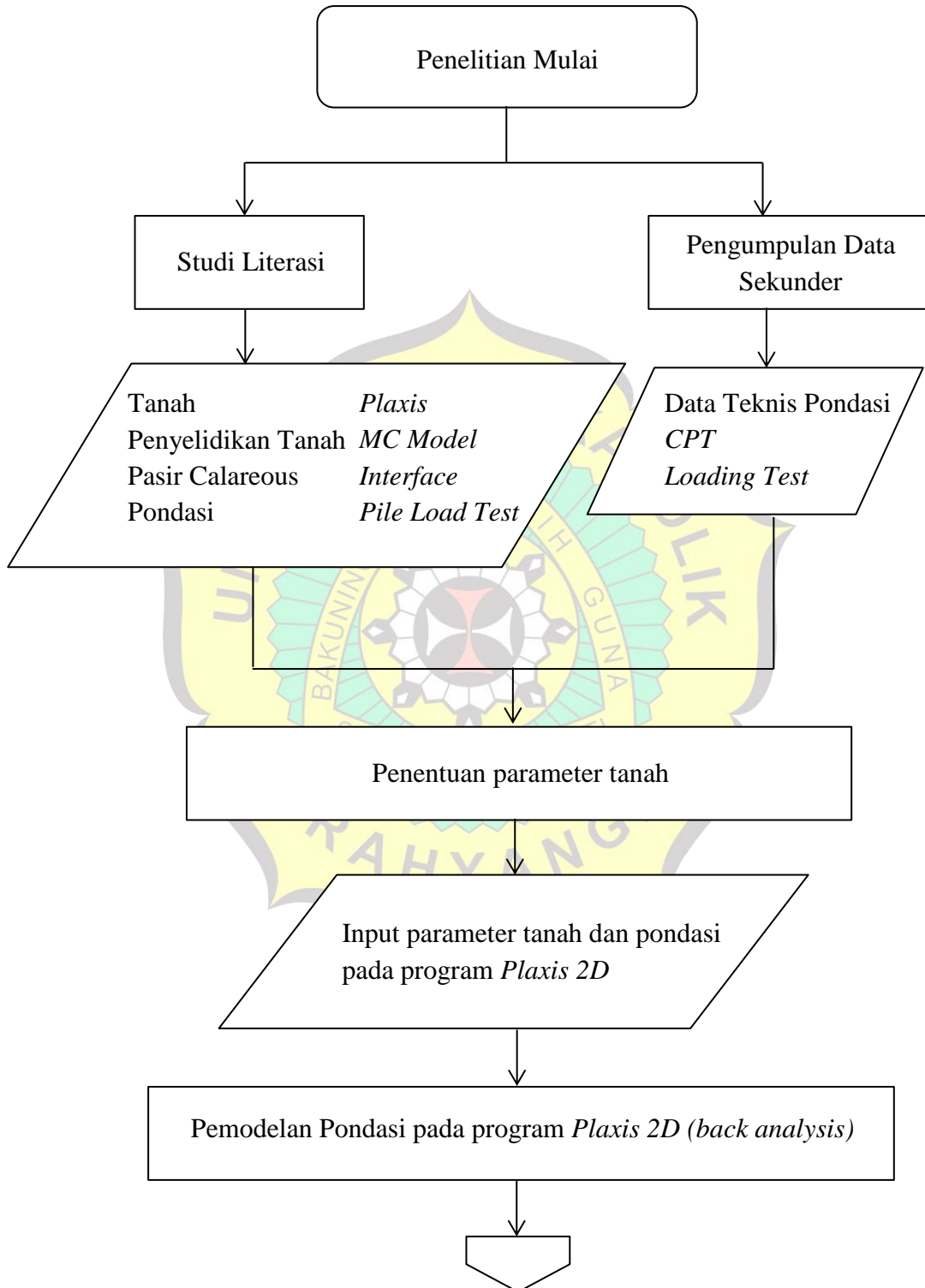
### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

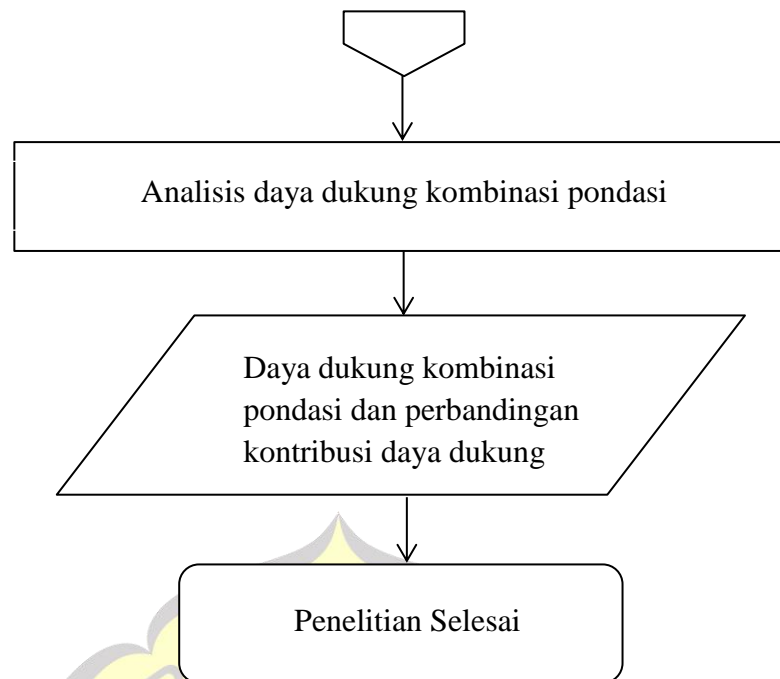
Ruang lingkup penelitian digunakan dengan tujuan penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari pokok pembahasan penelitian. Adapun ruang lingkup penelitian yang digunakan, yaitu:

1. Metode analisis yang digunakan dalam perhitungan daya dukung kombinasi pondasi tiang pancang dan *pile cap* adalah metode elemen hingga.
2. Dalam melakukan pemodelan, penelitian dibantu dengan program berbasis elemen hingga yaitu *Plaxis 2D*.
3. Karakteristik tanah yang digunakan menggunakan data yang diambil pada daerah reklamasi di Makassar.

## 1.5 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang berisikan tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini:





## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan memiliki tujuan supaya penulisan dari penelitian ini menjadi lebih tersusun dan sistematis. Berikut merupakan sistematika penulisan yang terdiri dari:

### **Bab I: Pendahuluan**

Bagian ini terdiri dari latar belakang penelitian, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, sistematika penulisan, serta diagram alir penelitian.

### **Bab II: Kajian Pustaka**

Bagian ini membahas mengenai teori-teori yang akan digunakan serta berkaitan dengan penelitian dengan tujuan sebagai pedoman dalam penelitian ini.

### **Bab III: Data dan Metodologi Penelitian**

Bagian ini berisikan data-data yang diperlukan serta metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini.

### **Bab IV: Analisis dan Pembahasan**

Bagian ini berisikan analisis dari data yang diperoleh, pemodelan, analisis dari hasil pemodelan, serta pembahasan dari hasil analisis yang dilakukan.

## **Bab V: Kesimpulan dan Saran**

Bagian ini berisikan kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan melalui penelitian serta saran bagi penelitian selanjutnya.

## **Daftar Pustaka**

Bagian ini berisikan referensi-referensi yang digunakan penulis dalam penyusunan skripsi.

