

SKRIPSI

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI BORED PILE
PADA RUMAH SAKIT SULTAN IMANUDDIN
PANGKALAN BUN**

Oleh :

TENTY TAMARA ANDRIANI
NIM. DAB 117 046



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2023

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI BORED PILE
PADA RUMAH SAKIT SULTAN IMANUDDIN
PANGKALAN BUN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

TENTY TAMARA ANDRIANI
NIM. DAB 117 046

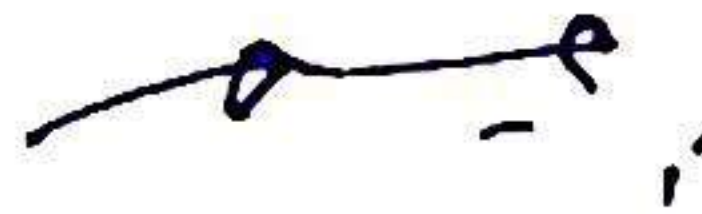
**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi dan
Berita Acara Ujian Skripsi**

Pembimbing Utama



Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.
NIP.19720219 199702 2 001

Pembimbing Pendamping



Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.
NIP.19570706 198701 1 002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI BORED PILE
PADA RUMAH SAKIT SULTAN IMANUDDIN
PANGKALAN BUN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

TENTY TAMARA ANDRIANI
NIM. DAB 117 046

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 28 Februari 2023
Waktu : 13.00–15.00 WIB
Tempat : Ruang Ujian Jurusan

Tim Penguji:

1. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199702 2 001

..... (Ketua Penguji/Penguji 1)

2. **Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.**
NIP. 19570706 198701 1 002

..... (Sekretaris/Penguji 2)

3. **OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.**
NIP. 19751001 200604 1 003

..... (Penguji 3)

4. **M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.**
NIP. 19710225 199802 1 001

..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,



FRIEDA, S.T., M.T.
NIP. 19721223 199702 2 002

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

BIODATA MAHASISWA



Data Pribadi

Nama : Tenty Tamara Andriani
NIM : DAB 117 046
Tempat, Tanggal lahir : Palangka Raya, 10 April 1999
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Telp Rumah : -
Alamat : Jalan Camar No.122, Palangka Raya
Email : tenty.tamara10@gmail.com
No Hp : 085247212909
No Wa : 085247212909
Facebook : -
Instagram : tamaratenty
Line : -
Nama Ayah : Heppy Cornelis
Pekerjaan Ayah : Swasta
Alamat : Jalan Camar No.122, Palangka Raya
No. Hp : 081251837678
Nama Ibu : Oktaviane Vivin
Pekerjaan Ibu : PNS
Alamat : Jalan JC. Rangkap No.46, Nanga Bulik
No. HP : 085249334501

Riwayat Pendidikan*)

- SD : SDK SANTO YOHANES DON BOSCO PALANGKA RAYA (2005-2011)
- SLTP : SMPK SANTO PAULUS PALANGKA RAYA (2011-2014)
- SLTA : SMAN 2 PALANGKA RAYA (2014-2017)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa Skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Maret 2023

Yang membuat pernyataan



TENTY TAMARA ANDRIANI

NIM. DAB 117 046

RINGKASAN

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* PADA RUMAH SAKIT SULTAN IMANUDDIN PANGKALAN BUN, Tenty Tamara Andriani, 2023, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Fondasi merupakan struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi sebagai pemikul beban bangunan dari atas dan akan menyalurkannya ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung tiang *bored pile* tunggal, daya dukung kelompok tiang, beban yang dipikul, faktor keamanan, dan penurunan yang terjadi.

Tahap awal penelitian yaitu menentukan rumusan masalah, tujuan penelitian, penentuan lokasi penelitian, dan pengumpulan data. Data terbagi menjadi data primer yang berupa perhitungan beban struktur menggunakan aplikasi bantu dan data sekunder yang berupa data sondir, data struktur, data teknis, dan gambar struktur. Selanjutnya dilakukan pengolahan data. Tahap akhir yaitu menganalisis data.

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas daya dukung tiang *bored pile* tunggal menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham diperoleh nilai 49005,88 kN sedangkan metode Meyerhof diperoleh nilai 1633,71 kN. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang dengan metode Schmertmann dan Nottingham mendapatkan nilai 164169,70 kN dan dengan metode Meyerhof mendapatkan nilai 5472,93 kN. Berdasarkan data perhitungan program bantu aplikasi struktur didapatkan nilai beban mati (*dead load*) sebesar 887,427 kN dan nilai beban hidup (*live load*) sebesar 399,38 kN. Nilai gaya aksial sebesar 1703,92 kN. Beban terbesar yang dipikul kelompok tiang *bored pile* yaitu 353,98 kN. Hasil perbandingan beban yang dipikul kelompok tiang menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham $353,98 \text{ kN} \leq 164169,70 \text{ kN}$ masih dalam batas aman. Menggunakan metode Meyerhof $353,98 \text{ kN} \leq 5472,93 \text{ kN}$ juga masih dalam batas aman. Angka faktor keamanan diperoleh dengan menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham senilai 463,78 dan metode Meyerhof senilai 15,46 yang berarti sangat aman. Penurunan total tiang *bored pile* tunggal sebesar $0,0142 \text{ m} \leq 0,04 \text{ m}$ yang berarti aman. Dan penurunan kelompok tiang *bored pile* sebesar $0,03 \text{ m} \leq 0,08 \text{ m}$ yang juga berarti aman.

Kata kunci: Tiang *Bored Pile*, Kapasitas Daya Dukung, Penurunan, Metode Schmertmann dan Nottingham, Metode Meyerhof

SUMMARY

BEARING CAPACITY ANALYSIS OF BORED PILE FOUNDATION AT SULTAN IMANUDDIN PANGKALAN BUN HOSPITAL, Tenty Tamara Andriani, 2023, Department/Program of Civil Engineering Studies, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Foundation is the lower structure of the building construction that is directly related to the ground and functions as a load bearer of the building from above and will channel it into the ground. This study aims to analyze the bearing capacity of single, the bearing capacity of the bored pile group, the load carried, the safety factor, and the settlement that occurs.

The first stage of research is to determine the formulation of the problem, research objectives, determine the research location, and collect data. The data is divided into primary data in the form of structural load calculations using structural application program and secondary data in the form of sondir data, structural data, technical data, and structural drawings. Furthermore, data processing. The final stage is analyzing the data.

Based on the calculation of the bearing capacity of a single bored pile using the Schmertmann and Nottingham method obtained a value 49005,88 kN, while the Meyerhof method obtained a value 1633.71 kN. The calculation results for bearing capacity of the bored pile group using the Schmertmann and Nottingham method obtained a value 164169,70 kN and the Meyerhof method obtained a value 5472.93 kN. Based on the calculation data of the structural application program, the dead load value is 887.427 kN and live load value is 399.38 kN. The axial force value is 1703.92 kN. The biggest load borne by bored pile group is 353.98 kN. The results of the load carried by the bored pile group using Schmertmann and Nottingham method is $353.98 \text{ kN} \leq 164169.70 \text{ kN}$ which means it's still within safe limits. Using the Meyerhof method is $353.98 \text{ kN} \leq 5472.93 \text{ kN}$ which means it is still within safe limits. The safety factor using the Schmertmann and Nottingham method obtained 463.78 and using the Meyerhof method obtained 15.46 which means it is very safe. Total settlement of a single bored pile is $0.0142 \text{ m} \leq 0.04 \text{ m}$ which means it is safe. And the settlement of the bored pile group is $0.03 \text{ m} \leq 0.08 \text{ m}$ which also means it is safe.

Keywords: Bored Pile, Bearing Capacity, Settlement, Schmertmann and Nottingham Method, Meyerhof Method

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Penyusunan Skripsi dengan judul “Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Pada Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1, pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Kasih Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua dan Saudara saya yang selalu memberikan dukungan serta doa tulus yang tiada henti.
3. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Deddy N. S. P. Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
7. Bapak Ir. Maryanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.

8. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Ketua Penguji/Penguji 1 Skripsi.
9. Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
10. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 3 Skripsi.
11. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T, M.T. selaku Dosen Penguji 4 Skripsi.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, sehingga segala bentuk tanggapan, kritik dan saran-saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan penulisan Skripsi ini sangat diharapkan dari berbagai pihak. Terima kasih.

Palangka Raya,

2023

TENTY TAMARA ANDRIANI

NIM. DAB 117 046

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| BIODATA PENULIS | iii |
| SURAT PERNYATAAN | iv |
| RINGKASAN | v |
| SUMMARY | ix |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Lokasi Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pengertian Fondasi..... | 5 |
| 2.2 Pengertian Fondasi <i>Bored Pile</i> | 6 |
| 2.2.1 Metode pelaksanaan pembuatan <i>bored pile</i> | 8 |
| 2.3 Kapasitas Daya Dukung Fondasi <i>Bored Pile</i> dari Hasil Sondir .. | 11 |
| 2.3.1 Metode Schertmann dan Nottingham | 11 |
| 2.3.2 Metode Meyerhof | 14 |
| 2.3.3 Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang berdasarkan Efisiensi..... | 16 |
| 2.4 Pembebanan..... | 19 |
| 2.5 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>) | 22 |
| 2.6 Penurunan Tiang..... | 26 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 2.6.1 | Perkiraan penurunan tiang tunggal | 26 |
| 2.6.2 | Perkiraan penurunan kelompok tiang | 27 |
| 2.6.3 | Penurunan yang diijinkan..... | 27 |
| 2.7 | Penelitian Terdahulu | 28 |
| BAB III | METODE PENELITIAN | |
| 3.1 | Tahapan Persiapan | 31 |
| 3.2 | Pengumpulan Data..... | 31 |
| 3.3 | Tahapan Analisis Data | 32 |
| 3.4 | Bagan Alir Penelitian | 33 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 | Deskripsi Umum..... | 34 |
| 4.2 | Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Fondasi <i>Bored Pile</i> dari Hasil Sondir | 37 |
| 4.2.1 | Metode Schmertmann dan Nottingham | 39 |
| 4.2.2 | Metode Meyerhof | 44 |
| 4.2.3 | Rekapitulasi kapasitas daya dukung tiang tunggal | 47 |
| 4.3 | Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang berdasarkan Efisiensi | 48 |
| 4.3.1 | Rekapitulasi kapasitas daya dukung kelompok tiang | 51 |
| 4.4 | Pembebanan..... | 52 |
| 4.4.1 | Perhitungan beban mati (<i>dead load</i>)..... | 52 |
| 4.4.2 | Perhitungan beban hidup (<i>live load</i>)..... | 53 |
| 4.4.3 | Hasil analisis perhitungan dengan aplikasi struktur | 54 |
| 4.5 | Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>) | 59 |
| 4.6 | Penurunan Tiang..... | 61 |
| 4.6.1 | Perkiraan penurunan tiang tunggal | 61 |
| 4.6.2 | Perkiraan penurunan kelompok tiang | 68 |
| BAB V | PENUTUP | |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 70 |
| 5.2 | Saran | 72 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Faktor ω | 13 |
| Tabel 2.2 Jenis Beban Mati pada Gedung..... | 19 |
| Tabel 2.3 Jenis Beban Hidup pada Gedung..... | 20 |
| Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu..... | 18 |
| Tabel 4.1 Data nilai qc Titik S-1 pada Kedalaman 4D di bawah ujung tiang..... | 40 |
| Tabel 4.2 Data nilai qc Titik S-1 pada Kedalaman 8D di atas ujung tiang..... | 41 |
| Tabel 4.3 Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Tiang <i>Bored Pile</i> Tunggal..... | 47 |
| Tabel 4.4 Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang..... | 51 |
| Tabel 4.4 Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang..... | 51 |
| Tabel 4.5 Rekapitulasi Gaya Axial, Momen X dan Momen Y pada Titik yang ditinjau..... | 56 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian..... | 4 |
| Gambar 2.1 Langkah-langkah Pelaksanaan <i>Bored Pile</i> dalam Metode Kering..... | 9 |
| Gambar 2.2 Langkah-langkah Pelaksanaan <i>Bored Pile</i> dalam Metode Basah..... | 10 |
| Gambar 2.3 Langkah-langkah Pelaksanaan <i>Bored Pile</i> dengan Memasang <i>Casing</i> | 11 |
| Gambar 2.4 Beban Vertikal dan Momen Kelompok Tiang Arah X dan Y..... | 20 |
| Gambar 2.5 Faktor Penurunan I_0 | 25 |
| Gambar 2.6 Koreksi Kompresi R_k | 25 |
| Gambar 2.7 Koreksi Kedalaman R_h | 25 |
| Gambar 2.8 Koreksi Angka Poisson R_μ | 26 |
| Gambar 2.9 Koreksi Kekakuan Lapisan Pendukung R_b | 26 |
| Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian..... | 33 |
| Gambar 4.1 Denah Fondasi <i>Bored Pile</i> | 35 |
| Gambar 4.2 Potongan Portal 2D Diagram Momen..... | 36 |
| Gambar 4.3 Hasil <i>Test</i> Sondir pada Titik S-1..... | 37 |
| Gambar 4.4 Detail <i>Pile Cap</i> | 48 |
| Gambar 4.5 Permodelan Struktur Menggunakan Program Bantu Aplikasi Struktur..... | 55 |
| Gambar 4.6 Hasil <i>Joint Reactions</i> pada Titik yang ditinjau..... | 55 |
| Gambar 4.7 Beban Vertikal dan Momen Kelompok Tiang Arah X dan Y..... | 56 |
| Gambar 4.8 Grafik faktor penurunan (I_0) titik yang ditinjau..... | 63 |
| Gambar 4.9 Grafik koreksi kompresi (R_k) titik yang ditinjau..... | 63 |
| Gambar 4.10 Grafik koreksi kedalaman (R_h) titik yang ditinjau..... | 64 |
| Gambar 4.11 Grafik koreksi angka poisson (R_μ) titik yang ditinjau..... | 64 |
| Gambar 4.12 Grafik koreksi kekakuan lapisan pendukung (R_b) titik yang ditinjau..... | 65 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung harus direncanakan dengan baik untuk mencegah terjadinya kegagalan-kegagalan pada bangunan gedung tersebut. Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan gedung adalah perencanaan fondasi. Fondasi merupakan struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi sebagai pemikul beban bangunan dari atas dan akan menyalurkannya ke dalam tanah. Salah satu jenis fondasi adalah fondasi dalam.

Fondasi dalam adalah fondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan. Fondasi *bored pile* merupakan salah satu jenis dari fondasi dalam. Menurut Ulfa Jusi (2015), fondasi *bored pile* adalah suatu fondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. *Bored pile* dipakai apabila tanah dasar yang kokoh mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 m serta keadaan sekitar tanah bangunan sudah banyak berdiri bangunan-bangunan besar seperti gedung-gedung bertingkat sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak-retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran-getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan pemancangan apabila dipakai fondasi tiang pancang.

Bored pile berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Maka untuk

pembangunan gedung rumah sakit dengan beban bangunan yang cukup besar dibutuhkan perencanaan fondasi yang tepat, sehingga menjamin keamanan berdirinya gedung rumah sakit tersebut. Tanah pada lokasi pembangunan Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun dilakukan uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dan fondasi yang digunakan adalah fondasi *bored pile*.

Karakteristik tanah di lokasi pembangunan merupakan tanah lunak dengan kedalaman tanah yang besar setelah dilakukan uji sondir dan didapatkan tanah paling keras terdapat pada kedalaman 22,20 meter. Dengan demikian maka perlu ada analisis tentang daya dukung fondasi dan penurunan *bored pile* agar mengetahui seberapa besar kapasitas daya dukung yang dapat ditanggung oleh fondasi *bored pile* yang direncanakan dan mengetahui seberapa besar penurunan yang terjadi.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* Pada Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun”. Penelitian ini mengambil studi kasus tiang bor pada pembangunan Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun. Penentuan lokasi tersebut dilakukan dengan pertimbangan pada lokasi pembangunan gedung memiliki karakteristik tanah lunak dengan kedalaman yang besar sehingga perlu adanya penelitian apakah daya dukung fondasi *bored pile* yang direncanakan dapat menahan beban bangunan dan aman terhadap penurunan gedung tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* pada Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun?
2. Berapa besar beban yang dipikul oleh fondasi *bored pile*?
3. Bagaimana faktor keamanan fondasi *bored pile* pada Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun?
4. Berapa besar penurunan *bored pile* yang terjadi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* pada Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun.
2. Menganalisis besar beban yang dipikul oleh fondasi *bored pile*.
3. Menganalisis faktor keamanan fondasi *bored pile* pada Gedung Rumah Sakit Sultan Imanuddin.
4. Menganalisis penurunan *bored pile* yang terjadi.

1.4 Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian berada di Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun dan gedung yang diteliti adalah Gedung Instalasi Bedah Sentral.
2. Perhitungan daya dukung fondasi *bored pile* berdasarkan hasil uji sondir atau *Cone Penetration Test (CPT)*.
3. Menghitung daya dukung fondasi *bored pile* menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham juga metode Meyerhoff.

4. Pembebanan yang dihitung adalah beban mati, beban hidup dan beban struktur.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah ilmu pengetahuan, wawasan, dan perbandingan kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.
2. Sebagai acuan untuk perkembangan ilmu pengetahuan Teknik Sipil, khususnya pada penggunaan tiang bor atau *bored pile*.
3. Dapat menganalisis daya dukung fondasi *bored pile* dan penurunan yang terjadi.

1.6 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Rumah Sakit Sultan Imanuddin Pangkalan Bun, Jalan Sutan Syahrir No.16, Madurejo, Kecamatan Arut Selatan, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah.



(sumber : www.googlemaps.com)

Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Fondasi

Fondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur bangunan ke lapisan tanah di bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan (*settlement*) tanah atau fondasi yang berlebihan (Joetata Hadihardaja, 1997).

Fondasi secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Fondasi dangkal (*shallow foundation*) yaitu jika kedalaman fondasi kurang atau sama dengan lebar fondasi ($D \leq B$). Fondasi dangkal diartikan sebagai fondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan.
2. Fondasi dalam (*deep foundation*) yaitu jika kedalaman fondasi dari muka tanah lebih dari lima kali lebar fondasi ($D \geq 5B$). Fondasi dalam diartikan sebagai fondasi yang mampu menerima beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang sangat dalam.

Fondasi dalam sering juga disebut dengan fondasi tiang, dari segi pelaksanaannya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Fondasi tiang pancang beton bertulang pracetak (*precast reinforced concrete pile*).

- b. Fondasi tiang cor di tempat (*cast in place*), sering disebut dengan tiang *bored pile*.

2.2 Pengertian Fondasi *Bored Pile*

Fondasi *bored pile* adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. *Bored pile* biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran. Pada tanah keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat diperbesar untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Fondasi *bored pile* diklasifikasikan sesuai dengan rancangan untuk meneruskan beban struktur ke lapisan tanah keras. Jenis-jenis fondasi *bored pile* yaitu :

- a. *Bored pile* lurus untuk tanah keras.
- b. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel.
- c. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium.
- d. *Bored pile* lurus untuk tanah berbatu-batuan.

Keuntungan dalam pemakaian fondasi *bored pile* adalah :

1. Pemasangan tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.

2. Mengurangi kebutuhan beton dan tulangan dowel pada pelat penutup tiang (*pile cap*).
3. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
4. Tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data laboratorium.
5. *Bored pile* dapat dipasang menembus batuan.
6. Diameter tiang memungkinkan dibuat besar, bila perlu ujung bawah tiang dapat dibuat lebih besar guna mempertinggi kapasitas dukungnya.
7. Tidak ada risiko kenaikan muka tanah.
8. Penulangan tidak dipengaruhi oleh tegangan pada waktu pengangkutan dan pemancangan.

Kerugian dalam pemakaian fondasi *bored pile* adalah :

1. Pengecoran *bored pile* dipengaruhi kondisi cuaca.
2. Pengecoran beton agak sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik.
3. Mutu beton hasil pengecoran bila tidak terjamin keseragamannya di sepanjang badan *bored pile* mengurangi kapasitas dukung *bored pile*, terutama bila *bored pile* cukup dalam.
4. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah yang berkerikil.
5. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan

tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tiang (Hardiyatmo,2015).

Sebagai konsekuensi dari keandalan yang ditawarkan oleh fondasi *bored pile*, perhatian yang lebih besar harus dicurahkan pada detail pelaksanaannya dan pengaruh yang potensial terhadap perilaku serta biayanya (Rahardjo, 2000).

2.2.1 Metode pelaksanaan pembuatan *bored pile*

Prinsip-prinsip pelaksanaan fondasi *bored pile* (tiang bor) pada tanah yang tidak mudah longsor adalah sebagai berikut :

- 1) Tanah digali dengan mesin bor sampai kedalaman yang dikehendaki.
- 2) Dasar lubang bor dibersihkan.
- 3) Tulangan yang telah dirakit dimasukkan ke dalam lubang bor.
- 4) Lubang bor diisi/di cor beton.

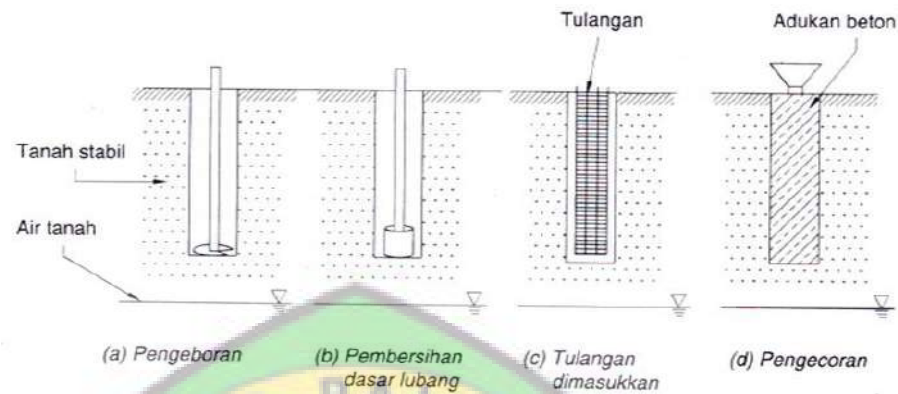
Terdapat tiga metode pelaksanaan pembuatan *bored pile* :

- 1) Metode Kering

Metode kering cocok digunakan pada tanah di atas muka air tanah yang ketika dibor dinding lubangnya tidak longsor, seperti lempung kaku homogen. Metode kering juga dapat dilakukan pada tanah-tanah di bawah muka air tanah jika tanahnya mempunyai permeabilitas rendah, sehingga ketika dilakukan pengeboran air tidak masuk ke dalam lubang bor saat lubang masih terbuka.

Pada metode kering lubang dibuat dengan menggunakan mesin bor tanpa pipa pelindung (*casing*). Setelah itu dasar lubang bor yang kotor

oleh rontokan tanah dibersihkan. Tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor dan kemudian dicor beton.

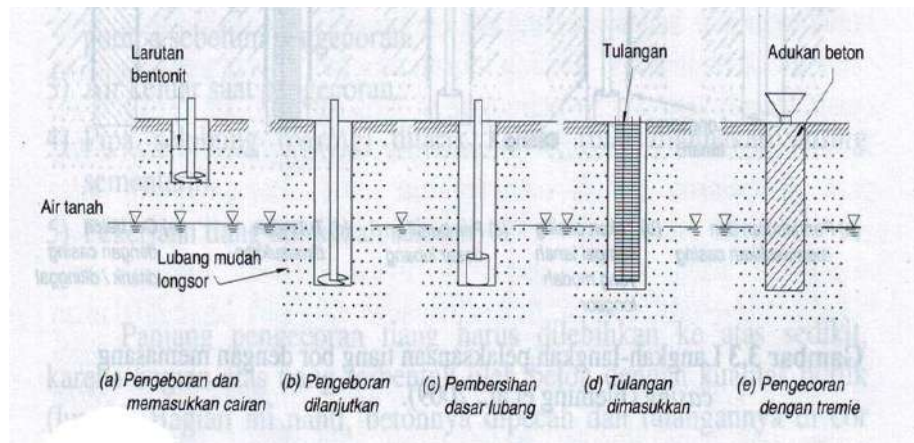


(sumber : Fleming et al, 2009)

Gambar 2.1 Langkah-langkah Pelaksanaan *Bored Pile* dalam Metode Kering

2) Metode Basah

Metode basah umumnya dilakukan bila pengeboran melewati muka air tanah sehingga lubang bor selalu longsor bila dindingnya tidak ditahan. Agar lubang tidak longsor, di dalam lubang bor diisi dengan larutan tanah lempung/*bentonite* atau larutan polimer. Jadi pengeboran dilakukan di dalam larutan. Jika kedalaman yang diinginkan telah tercapai, lubang bor dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor yang masih berisi cairan *bentonite*. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang bor dengan pipa *tremie*. Larutan *bentonite* akan terdesak dan terangkut ke atas oleh adukan beton. Larutan yang ke luar dari lubang bor ditampung dan dapat digunakan lagi untuk pengeboran di lokasi selanjutnya.



(sumber : Fleming et al, 2009)

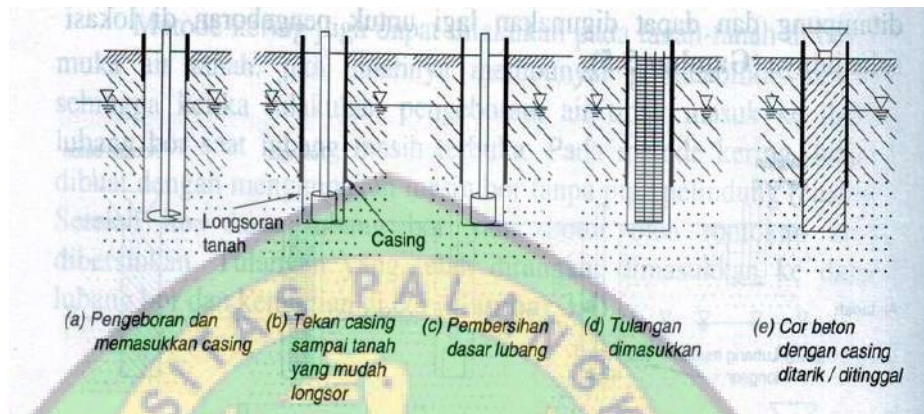
Gambar 2.2 Langkah-langkah Pelaksanaan *Bored Pile* dalam Metode Basah

3) Metode *Casing*

Metode ini digunakan bila lubang bor sangat mudah longsor, misalnya tanah di lokasi adalah pasir bersih di bawah muka air tanah. Untuk menahan agar lubang tidak longsor digunakan pipa selubung baja (*casing*). Pemasangan *casing* ke dalam lubang bor dilakukan dengan cara memancang, menggetarkan atau menekan pipa baja sampai kedalaman yang ditentukan. Sebelum sampai menembus muka air tanah, pipa selubung (*casing*) dimasukkan. Tanah di dalam pipa selubung dikeluarkan saat penggalian atau setelah pipa selubung sampai kedalaman yang diinginkan.

Larutan *bentonite* kadang-kadang digunakan untuk menahan longsohnya dinding lubang, bila penggalian sampai di bawah muka air tanah. Setelah pipa selubung sampai pada kedalaman yang diinginkan, lubang bor lalu dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai

dimasukkan ke dalam *casing*. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang (bila pembuatan lubang digunakan larutan, maka untuk pengecoran digunakan pipa *tremie*) dan *casing* ditarik ke atas, namun kadang-kadang *casing* ditinggalkan di tempat.



(sumber : Fleming et al, 2009)

Gambar 2.3 Langkah-langkah Pelaksanaan *Bored Pile* dengan Memasang *Casing*

2.3 Kapasitas Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* dari Hasil Sondir

Diantara uji di lapangan, sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) sering kali menjadi pertimbangan geoteknik. *Cone Penetration Test* (CPT) atau uji sondir memiliki keuntungan uji yang cepat, sederhana, ekonomis dan uji tersebut dapat dipercaya. Uji sondir ini juga dapat mengklasifikasikan lapisan tanah, memperkirakan kekuatan tanah dan karakteristik tanah.

2.3.1 Metode Schmertmann dan Nottingham

Kapasitas daya dukung ultimit (Q_u), dihitung dengan persamaan :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (2-1)$$

Keterangan :

Q_u : Kapasitas daya dukung ultimit (kN)

Q_b : Kapasitas daya dukung ujung tiang (kN)

Q_s : Kapasitas daya dukung sisi tiang (kN)

1. Kapasitas daya dukung ujung tiang (Q_b)

$$Q_b = A_b \times f_b \quad (2-2)$$

Keterangan :

Q_b : Kapasitas daya dukung ujung tiang (kN)

A_b : Luas penampang tiang (cm^2)

f_b : Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)

- Tahanan ujung satuan (f_b)

Hitung tahanan ujung satuan dengan persamaan :

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg}/\text{cm}^2 \quad (15.000 \text{ kN}/\text{m}^2) \quad (2-3)$$

Keterangan :

f_b : Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)

ω : Koefisien korelasi yang bergantung pada OCR

q_{ca} : $\frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$ (kg/cm^2)

q_{c1} : q_c rata-rata pada zona $0,7d$ atau $4d$ di bawah dasar tiang
(kg/cm^2)

q_{c2} : q_c rata-rata pada zona $8d$ di atas dasar tiang (kg/cm^2)

Tabel 2.1 Faktor ω (deRuiter dan Beringen, 1979)

| Kondisi Tanah | Faktor ω |
|---|-----------------|
| Pasir terkonsolidasi normal (OCR = 1) | 1 |
| Pasir mengandung banyak kerikil kasar; Pasir dengan OCR = 2 sampai 4 | 0,67 |
| Kerikil halus; pasir dengan OCR = 6 sampai 10 | 0,5 |

(sumber : Bowles, 1996)

2. Kapasitas daya dukung sisi tiang (Q_s)

$$Q_s = A_s \times f_s \quad (2-4)$$

Keterangan :

Q_s : Kapasitas daya dukung sisi tiang (kN)

A_s : Luas penampang tiang (cm^2)

f_s : Tahanan gesek satuan (kg/cm^2)

- Tahanan gesek satuan (f_s)

Hitung tahanan gesek satuan dengan persamaan :

$$f_s = K_f \times q_f \quad (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad (2-5)$$

Keterangan :

f_s : Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatasi sampai

1,2 kg/cm^2 (120 kPa)

q_f : Tahanan gesek sisi konus (*sleeve friction*) (kg/cm^2)

K_f : Koefisien tak berdimensi

Bila tiang dalam pasir, K_f bergantung pada rasio L/d (L = kedalaman, dan d = diameter tiang). Di dalam kedalaman $8d$ pertama dari permukaan tanah, K_f diinterpolasi dari nol di permukaan tanah sampai 2,5 di kedalaman $8d$. Lebih bawah dari kedalaman ini, nilai K_f berkurang dari 2,5 sampai 0,891 pada kedalaman $20d$, atau dianggap saja secara keseluruhan $K_f = 0,9$.

2.3.2 Metode Meyerhoff

Untuk daya dukung ultimit fondasi *bored pile* menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (2-6)$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas daya dukung ultimit (kN)

Q_p = Kapasitas daya dukung ujung tiang (kN)

Q_s = Kapasitas daya dukung sisi tiang (kN)

1. Kapasitas daya dukung ujung tiang (Q_p)

$$Q_p = q_{ca} \times A_p \quad (2-7)$$

Keterangan :

Q_p = Kapasitas daya dukung ujung tiang (kN)

q_{ca} = tahanan konus rata-rata (kg/cm²)

A_p = Luas penampang tiang (cm²)

2. Kapasitas daya dukung sisi tiang (Q_s)

$$Q_s = JHL \times Kt \quad (2-8)$$

Keterangan :

Q_s = Kapasitas daya dukung sisi tiang (kN)

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm)

Kt = Keliling tiang (cm)

Daya dukung ijin fondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ijin} = \frac{q_{ca} \times A_p}{3} + \frac{JHL \times Kt}{5} \quad (2-9)$$

Keterangan :

Q_{ijin} = Kapasitas daya dukung ijin (kN)

q_{ca} = tahanan konus rata-rata (kg/cm²)

A_p = Luas penampang tiang (cm²)

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm)

K_t = Keliling tiang (cm)

2.3.3 Kapasitas daya dukung kelompok tiang berdasarkan efisiensi tiang

Yang dimaksud berkelompok adalah gabungan dari beberapa tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu bagian atasnya dengan menggunakan *pile cap*. Dalam perhitungan *pile cap* (*pier*) dianggap atau dibuat kaku sempurna (Sardjono, 1988), sehingga :

- 1) Bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan, maka setelah penurunan bidang *pier* tetap merupakan bidang datar.
- 2) Gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunan tiang-tiang.

- Efisiensi Kelompok Tiang

Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor yaitu :

1. Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
2. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
3. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
4. Urutan pemasangan tiang.
5. Macam tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup tiang (*pile cap*) dengan tanah.
8. Arah dari beban yang bekerja.

Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode Converse-Labarre adalah sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1) \times m + (m-1) \times n'}{90 \times m \times n'} \quad (2-10)$$

Keterangan :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg d/s, (°)

m = Jumlah baris tiang

n' = Jumlah tiang dalam satu baris

d = Diameter tiang (m)

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi tiang yang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a \quad (2-11)$$

Keterangan :

Q_g = Kapasitas ultimit kelompok tiang (kN)

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang dalam kelompok

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang (kN)



2.4 Pembebanan

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam merencanakan sebuah gedung. Dalam melakukan analisis desain struktur bangunan perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur tersebut. Berikut ini adalah jenis beban yang bekerja dalam suatu bangunan, yaitu :

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap (*fixed equipment*) yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan itu (perlengkapan/peralatan bangunan). Berat material bangunan tergantung dari jenis bahan bangunan yang dipakai. Beban Mati dinyatakan dengan lambang M. Jenis-jenis beban mati pada gedung menurut tata cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPRUG), ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Jenis Beban Mati pada Gedung

| No. | Jenis Beban Mati | Berat | Satuan |
|-----|---------------------------------------|-------|-------------------|
| 1 | Baja | 78,5 | kN/m ³ |
| 2 | Beton | 22 | kN/m ³ |
| 3 | Pasangan batu kali | 22 | kN/m ³ |
| 4 | Mortar, spesi | 22 | kN/m ³ |
| 5 | Beton bertulang | 24 | kN/m ³ |
| 6 | Pasir | 16 | kN/m ³ |
| 7 | Lapisan aspal | 14 | kN/m ² |
| 8 | Air | 10 | kN/m ³ |
| 9 | Dinding pasangan bata ½ batu | 2,5 | kN/m ² |
| 10 | Curtain wall kaca + rangka | 0,6 | kN/m ² |
| 11 | Langit- langit dan penggantung | 0,2 | kN/m ² |
| 12 | Cladding metal sheet + rangka | 0,2 | kN/m ² |
| 13 | Finishing lantai (tegel atau keramik) | 22 | kN/m ³ |
| 14 | Marmer, granit per cm tebal | 0,24 | kN/m ² |
| 15 | Instalasi plumbing (ME) | 0,25 | kN/m ² |
| 16 | Penutup atap genteng | 0,5 | kN/m ² |

(sumber : PPRUG, 1987)

2. Beban Hidup (*Live Load*)

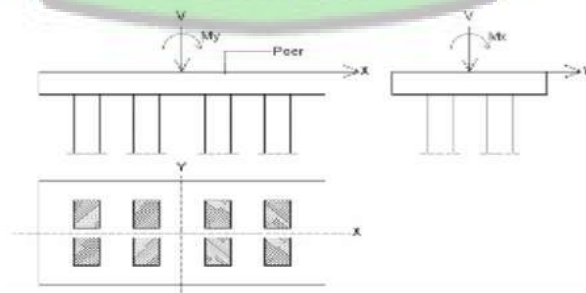
Beban hidup adalah beban yang bekerja pada lantai bangunan berdasarkan dari fungsi bangunan tersebut. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus. Beban Hidup dinyatakan dengan lambang H . Jenis-jenis beban hidup pada gedung menurut tata cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPRUG), ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Jenis Beban Hidup pada Gedung

| No. | Jenis Beban Hidup | Beban | Satuan |
|-----|---|-------|-----------------|
| 1 | Dak atap bangunan | 1 | kN/m^2 |
| 2 | Rumah tinggal | 2 | kN/m^2 |
| 3 | Kantor, sekolah, hotel, pasar, rumah sakit | 2,5 | kN/m^2 |
| 4 | Hall, tangga, coridor, balcony | 3 | kN/m^2 |
| 5 | Ruang olahraga, pabrik, bioskop, bengkel, perpustakaan, tempat ibadah, parkir, aula | 4 | kN/m^2 |
| 6 | Panggung penonton | 5 | kN/m^2 |

(sumber : PPRUG, 1987)

3. Beban Vertikal dan Momen yang Bekerja pada Dua Arah



(sumber : Sardjono, 1998)

Gambar 2.4 Beban Vertikal dan Momen Kelompok Tiang Arah X dan Y

Kelompok tiang yang bekerja dua arah (x dan y), dipengaruhi oleh beban vertikal dan momen (x dan y) yang akan dipengaruhi terhadap kapasitas daya dukung *bored pile*.

$$Q_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y X_i}{\sum X^2} \pm \frac{M_x Y_i}{\sum Y^2} \quad (2-12)$$

Keterangan :

Q_i = Beban aksial pada tiang ke-i (kN)

V = Jumlah beban vertikal (ton)

n = Jumlah *bored pile*

M_x = Momen yang bekerja pada kelompok tiang searah sumbu x (tm)

M_y = Momen yang bekerja pada kelompok tiang searah sumbu y (tm)

X_i = Jarak *bored pile* terhadap titik berat tiang kelompok pada arah X (m)

Y_i = Jarak *bored pile* terhadap titik berat tiang kelompok pada arah Y (m)

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat *bored pile* pada arah x (m²)

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat *bored pile* pada arah y (m²)

2.5 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor aman diberikan agar :

- a) Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
- b) Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompreseibilitas tanah.
- c) Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman mendukung beban yang bekerja.
- d) Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas-batas toleransi.
- e) Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas-batas toleransi.

Angka keamanan diperoleh dengan rumus :

$$SF = \frac{Q_{ijin}}{Q_i} \quad (2-13)$$

Keterangan :

SF = Angka keamanan (*safety factor*)

Q_{ijin} = Kapasitas daya dukung ijin *bored pile* (kN)

Q_i = Berat beban struktur (kN)

2.6 Penurunan Tiang

Istilah penurunan (*settlement*) digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Umumnya, penurunan yang tidak seragam lebih membahayakan bangunan dari pada penurunan totalnya. Selain dari kegagalan kuat dukung (*bearing capacity failure*) tanah, pada setiap proses penggalian selalu dihubungkan dengan perubahan keadaan tegangan di dalam tanah. Perubahan tegangan pasti akan disertai dengan perubahan bentuk, pada umumnya hal ini yang menyebabkan penurunan pada fondasi (Hardiyatmo, 1996).

Penurunan sementara (elastis), yaitu penurunan pada sistem fondasi akibat beban luar yang akan segera hilang atau kembali pada posisi semula bila beban yang mengakibatkan penurunan dihilangkan.

2.6.1 Perkiraan penurunan tiang tunggal

Menurut Poulos dan Davis (1980), penurunan jangka panjang untuk fondasi tiang tunggal tidak perlu ditinjau karena penurunan tiang akibat konsolidasi dari tanah relatif kecil. Hal ini disebabkan karena fondasi tiang direncanakan terhadap kuat dukung ujung dan kuat dukung friksinya atau penjumlahan dari keduanya (Hardiyatmo, 2002).

Perkiraan penurunan tiang tunggal dapat dihitung berdasarkan :

a. Untuk tiang apung atau tiang friksi

$$S = \frac{Q \times I}{E_s \times D} \quad (2-14)$$

dimana : $I = I_o \times R_k \times R_h \times R_\mu$

b. Untuk tiang dukung ujung

$$S = \frac{Q \times I}{E_s \times D} \quad (2-15)$$

dimana : $I = I_o \times R_k \times R_b \times R_\mu$

Keterangan :

S : Penurunan untuk tiang tunggal

Q : Beban yang bekerja

I_o : Faktor pengaruh penurunan untuk tiang yang tidak mudah mampat

R_k : Faktor koreksi kemudah mampatan tiang

R_h : Faktor koreksi untuk ketebalan lapisan yang terletak pada tanah keras

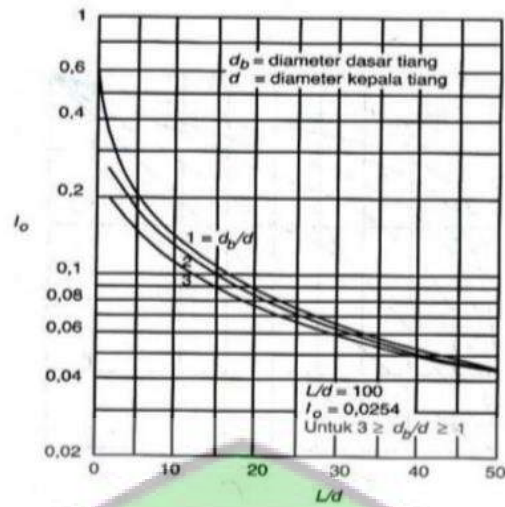
R_μ : Faktor koreksi angka Poisson μ

R_b : Faktor koreksi untuk kekakuan lapisan pendukung

h : Kedalaman total lapisan tanah dari ujung tiang ke muka tanah

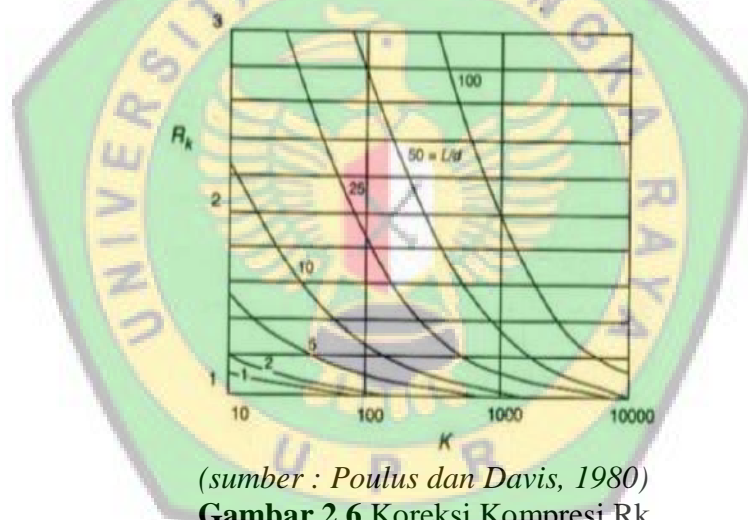
D : Diameter tiang





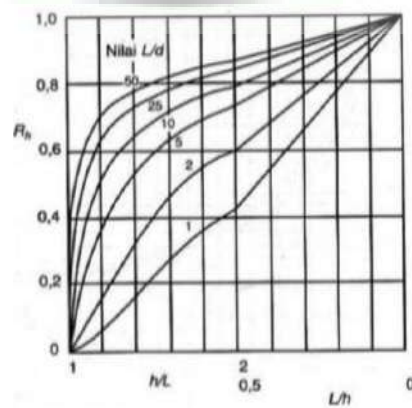
(sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Gambar 2.5 Faktor Penurunan I_o



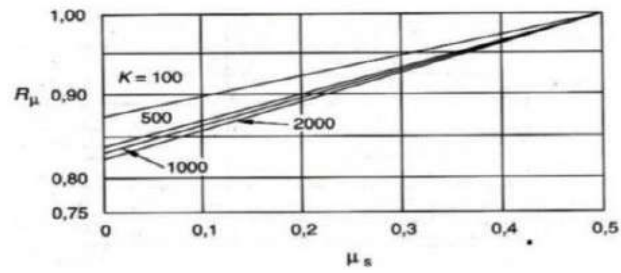
(sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Gambar 2.6 Koreksi Kompresi R_k



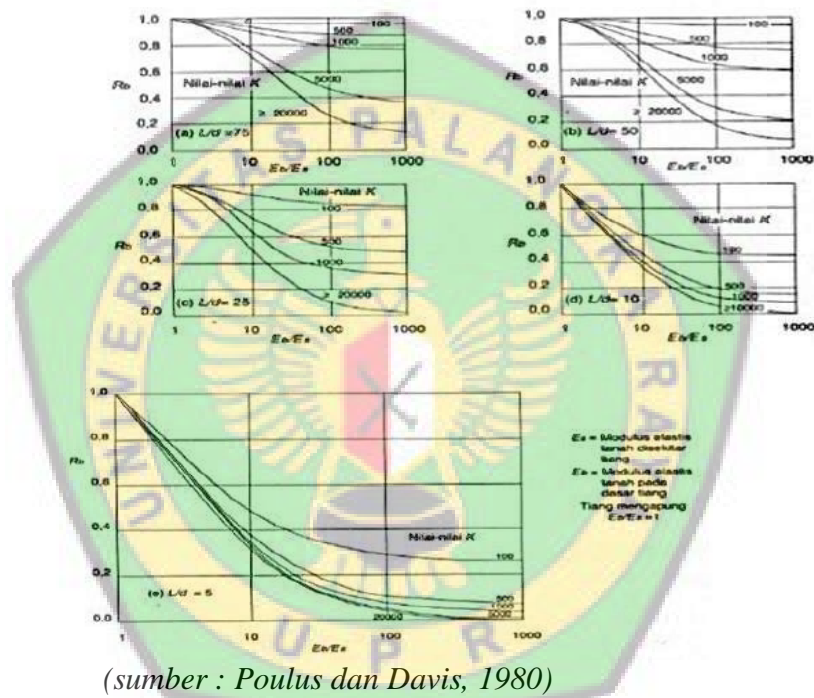
(sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Gambar 2.7 Koreksi Kedalaman R_h



(sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Gambar 2.8 Koreksi Angka Poisson R_μ



(sumber : Poulus dan Davis, 1980)

Gambar 2.9 Koreksi Kekakuan Lapisan Pendukung R_b

2.6.2 Perkiraan penurunan kelompok tiang

Pada hitungan pondasi tiang, kapasitas izin tiang sering lebih didasarkan pada persyaratan penurunan. Penurunan tiang terutama bergantung pada nilai banding tahanan ujung dengan beban tiang. Persamaan penurunan kelompok tiang adalah sebagai berikut :

$$S_g = \frac{q \times B_g \times I}{2 \times q_c} \quad (2-16)$$

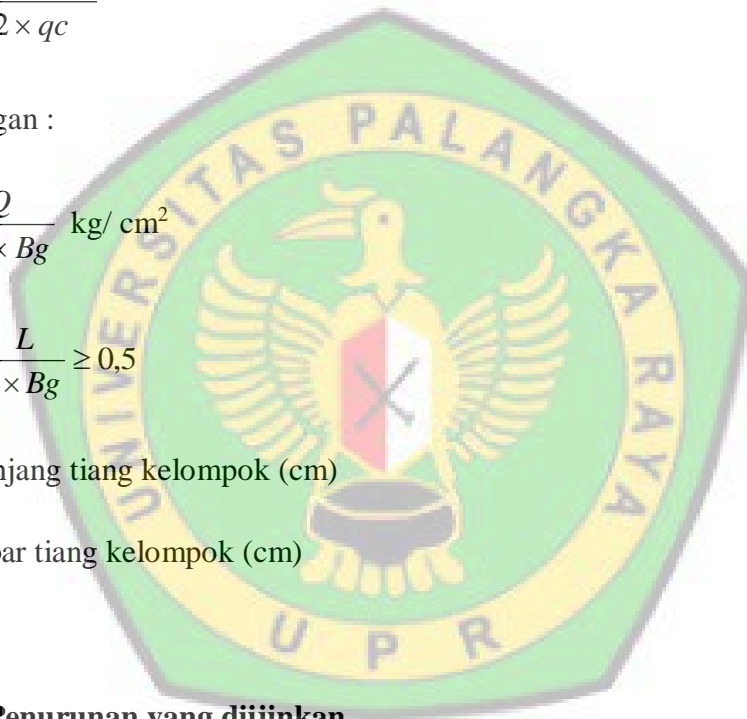
Keterangan :

$$q = \frac{Q}{L_g \times B_g} \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1 - \frac{L}{8 \times B_g} \geq 0,5$$

L_g = panjang tiang kelompok (cm)

B_g = lebar tiang kelompok (cm)



2.6.3 Penurunan yang diijinkan

Penurunan yang diizinkan dari suatu bangunan bergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut meliputi jenis, tinggi, kekakuan, dan fungsi bangunan, serta besar dan kecepatan penurunan serta distribusinya. Jika penurunan berjalan lambat, semakin besar kemungkinan struktur untuk menyesuaikan diri terhadap penurunan yang terjadi tanpa adanya kerusakan strukturnya oleh pengaruh rangkak (*creep*).

Karena penurunan maksimum dapat diprediksi dengan ketetapan yang memadai, umumnya dapat diadakan hubungan antara penurunan diizinkan dengan penurunan maksimum. Dimana syarat perbandingan penurunan yang aman yaitu:

$$S_{total} \leq S_{ijin}$$

dimana :

$$S_{ijin} = 10\% \times d \quad (2-17)$$

Keterangan :

d : Diameter tiang

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Penulis melakukan langkah kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu berupa skripsi, jurnal penelitian, buku-buku dan sumber-sumber terkait lainnya melalui internet.

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

| No | Judul | Peneliti | Tujuan | Metode | Kesimpulan |
|----|--|----------------------|--|---|--|
| 1. | Analisa Kuat Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (<i>Cone</i> dan <i>N-Standard Penetration Test</i>) | Ulfa Jusi (2015) | Menghitung kuat dukung tiang <i>bored pile</i> dari hasil sondir dan <i>Standard Penetrasi Test (SPT)</i> kemudian membandingkan hasil kuat dukung tiang <i>bored pile</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Dengan data sondir memakai metode Schmertmann & Nottingham dan Meyerhoff - Dengan data N-SPT memakai metode O'Neil dan Reese, metode Meyerhoff dan metode Coyle dan Castello | <ul style="list-style-type: none"> - Metode Schertmann dan Nottingham lebih optimis $\pm 6,24$ % dibanding dengan memakai metode Meyerhoff yang bersifat konservatif - Perhitungan kapasitas kuat dukung tiang dengan metode O'Neil dan Reese lebih optimis dengan <i>safety factor</i> yang relatif lebih kecil, hal tersebut akan berdampak pada efisiensi penggunaan material dan penghematan biaya konstruksi |
| 2. | Analisis Daya Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> pada Proyek Pembangunan Menara Listrik Transmisi 500 KV Peranap-Perawang | Andre Chandra (2018) | Mengetahui daya dukung fondasi <i>bored pile</i> | Metode Aoki, De Alencar, Metode Schmertmann, Nottingham, Metode Meyerhoff, dan Metode Guy Sangrelatt. | Metode Aoki dan de Alencar lebih kritis dan paling minimum dari ketiga metode lainnya, dikarenakan banyak dipengaruhi oleh faktor empiris dalam perhitungan sehingga menghasilkan nilai terkecil daya dukung fondasi <i>bored pile</i> , yaitu sebesar 1487,845 kN |

Tabel 2.4 Lanjutan

| No | Judul | Peneliti | Tujuan | Metode | Kesimpulan |
|----|--|-------------------------|--|---|--|
| 3. | Analisis Daya Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> Tunggal Diameter 0,6 m pada Proyek Perencanaan Gedung Rawat Inap dan Diagnostik <i>Center</i> RS. Bhayangkara Tebing Tinggi | Zulhelmi Saputra (2020) | <ul style="list-style-type: none"> - Menghitung dan membandingkan daya dukung pondasi <i>bored pile</i> dari hasil sondir, SPT dan menggunakan <i>software Plaxis 8.6</i> - Menghitung daya dukung lateral <i>bored pile</i> - Menghitung penurunan elastis tiang | <ul style="list-style-type: none"> - Daya dukung fondasi menggunakan metode Meyerhoff, data SPT menggunakan metode Reese dan Wright, dan menggunakan metode numerik dengan menggunakan <i>software Plaxis 8.6</i> - Memperoleh daya dukung lateral <i>bored pile</i> dengan metode Broms serta penurunan elastis tiang dengan metode Bowles | <ul style="list-style-type: none"> - Dari hasil perhitungan, nilai daya dukung tanah berdasarkan hasil SPT, dan metode elemen hingga tidak jauh berbeda - Daya dukung ultimit lateral pondasi <i>bored pile</i> diameter 0,6 m berdasarkan metode Broms secara analitis sebesar 44,61 ton, secara grafis sebesar 51,16 ton. - Hasil perhitungan penurunan <i>bored pile</i> secara analitis sebesar 9,24 mm, dan dengan program <i>Plaxis</i> didapat sebelum konsolidasi sebesar 6,68 mm setelah konsolidasi sebesar 6,85. |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai tahap pengumpulan data dan pengolahannya. Dalam tahap awal ini ada beberapa tahap penting yang harus dilakukan dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan.

Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi :

1. Studi literatur terhadap materi skripsi untuk mendapatkan gambaran mengenai daya dukung fondasi dengan beberapa metode analisis.
2. Menentukan data-data yang dibutuhkan.
3. Mencari data-data yang dibutuhkan untuk dianalisis.

Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang sehingga tahap pengumpulan data menjadi tidak optimal.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang di gunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, definisinya sebagai berikut :

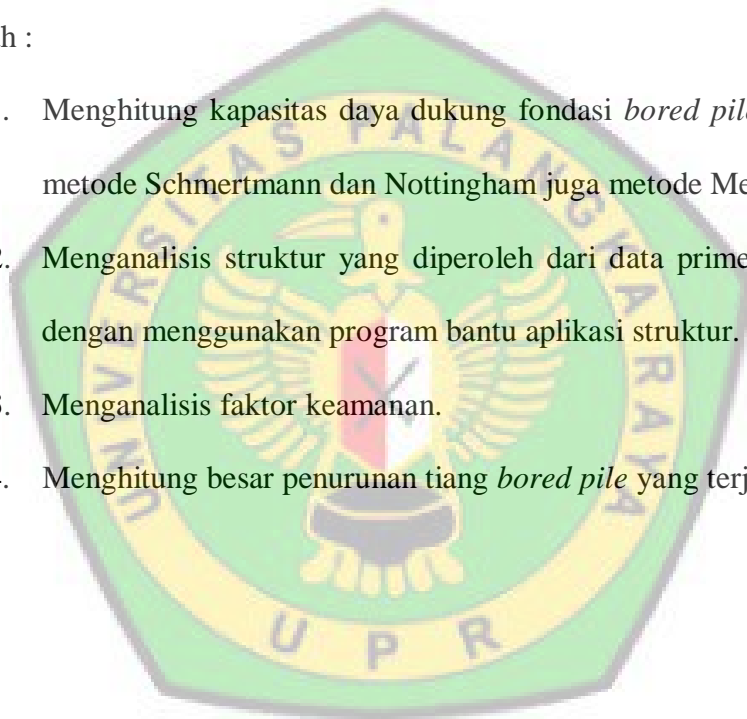
1. Menurut Hasan (2002: 82) data primer ialah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan itu memerlukannya. Pada penelitian ini data primer yang diperlukan adalah perhitungan beban struktur bangunan menggunakan program bantu aplikasi struktur.

2. Menurut Hasan (2002: 58) data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada.

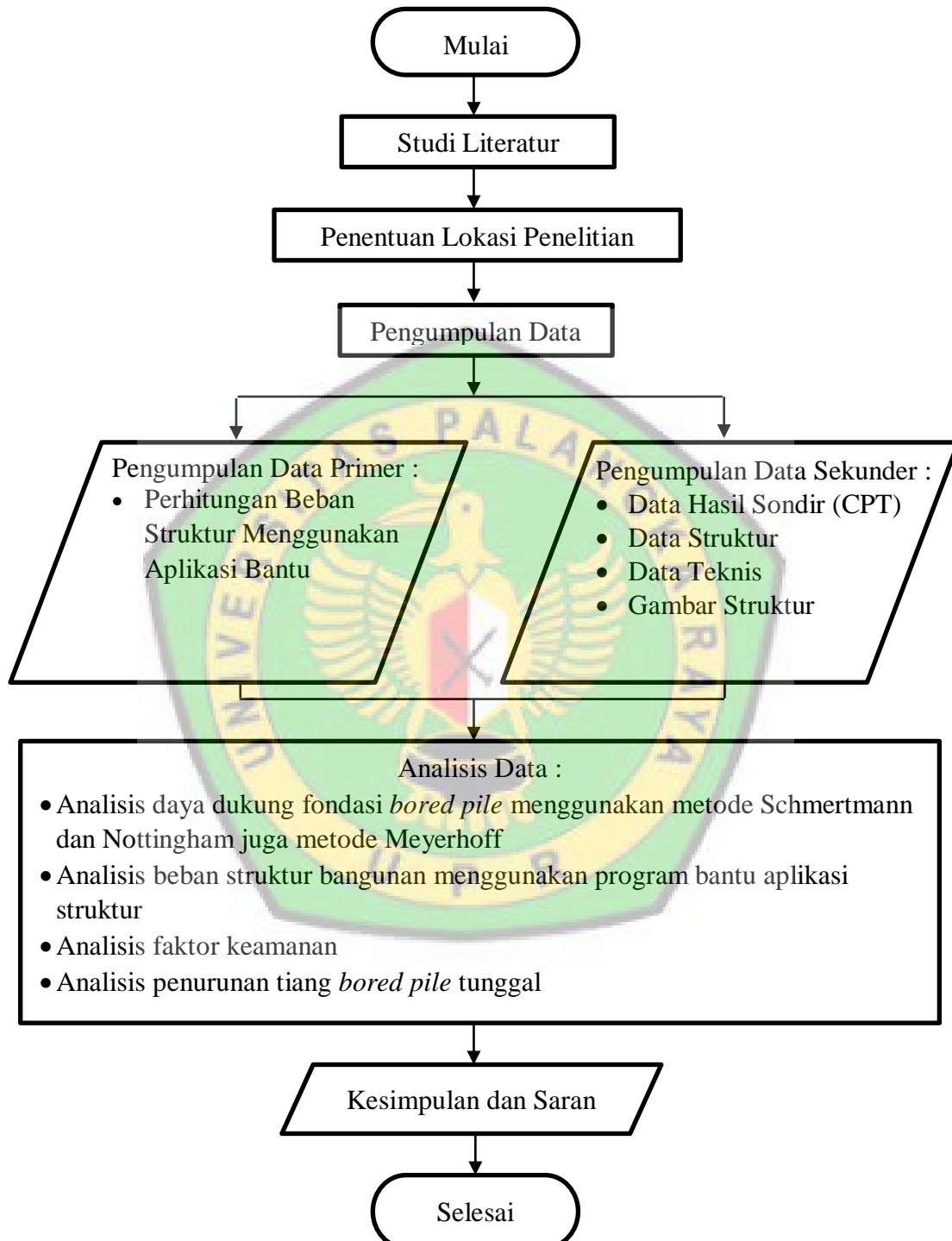
3.3 Tahapan Analisis Data

Langkah-langkah dan teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham juga metode Meyerhoff.
2. Menganalisis struktur yang diperoleh dari data primer dan sekunder dengan menggunakan program bantu aplikasi struktur.
3. Menganalisis faktor keamanan.
4. Menghitung besar penurunan tiang *bored pile* yang terjadi.



3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari analisis pembahasan yang telah dibuat sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* tunggal pada titik yang ditinjau menggunakan metode Meyerhoff lebih kecil nilainya dibandingkan dengan metode Schmertmann dan Nottingham. Hasil perhitungan metode Meyerhoff diperoleh nilai 1633,71 kN sedangkan hasil perhitungan metode Schmertmann dan Nottingham diperoleh nilai 49005,88 kN. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang pada titik yang ditinjau dengan menggunakan nilai Q_{ijin} dari metode Meyerhoff mendapatkan nilai 5472,93 kN dan dengan menggunakan nilai Q_{ijin} dari metode Schmertmann dan Nottingham mendapatkan nilai 164169,70 kN.
2. Berdasarkan data perhitungan program bantu aplikasi struktur didapatkan nilai beban mati (*dead load*) sebesar 887,427 kN dan nilai beban hidup (*live load*) sebesar 399,38 kN. Dengan menggunakan kombinasi 1,2 DL+1,6LL didapatkan nilai gaya aksial yang bekerja pada titik yang ditinjau sebesar 1703,92 kN. Beban yang dipikul kelompok tiang *bored pile* diambil nilai yang terbesar yaitu 353,98 kN. Hasil perhitungan beban

yang dipikul kelompok tiang $353,98 \text{ kN} \leq 1633,71 \text{ kN}$ sehingga masih dalam batas aman.

3. Angka faktor keamanan diperoleh dengan menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham senilai 463,78 dan metode Meyerhoff senilai 15,46.
4. Hasil perhitungan perkiraan penurunan tiang tunggal menunjukkan penurunan tiang yang masih dalam batas aman. Penurunan total tiang *bored pile* tunggal pada titik yang ditinjau sebesar $14,2 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$ yang berarti aman. Hasil perhitungan perkiraan penurunan kelompok tiang juga menunjukkan penurunan kelompok tiang yang masih dalam batas aman. Penurunan kelompok tiang *bored pile* pada titik yang ditinjau sebesar $28,80 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$ yang berarti aman.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan :

1. Memperoleh data yang lengkap sebelum melakukan perhitungan karena data tersebut dapat menunjang dalam membuat analisa perhitungan sehingga tidak membutuhkan waktu lama saat membuat analisa perhitungan.
2. Saat melakukan perhitungan dari data yang telah tersedia disarankan untuk lebih teliti agar perhitungan lebih akurat.
3. Dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lainnya sebagai pembandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Bowles, J. E., 1997. *Analisis dan Desain Pondasi, Jilid 1 Edisi 4*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hakam, A., 2008. *Rekayasa Pondasi*. Padang: Bintang Grafika.
- Hardiyatmo, H. C., 1996. *Teknik Fondasi I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C., 2002. *Teknik Fondasi II, Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C., 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hasan, M. I., 2002. *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Jusi, U., 2015. *Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone dan N-Standard Penetration Test)*. Jurnal Teknik Sipil Siklus, **1**(2), pp.50-82.
- Sardjono H. S., 1988. *Pondasi Tiang Pancang Jilid I*. Surabaya: Penerbit Sinar Wijaya.
- Sosrodarsono, S., 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Tambunan, Jhonson. 2012. *Studi Analisis Daya Dukung Tiang Pancang*. Jurnal Rancang Sipil, **1**(1).
- Wismantaraharjo, M. T., Gandi, S., Sarie, F., 2020. *Analisis Daya Dukung dan Penurunan Tiang Pancang Kelompok pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD di Kota Palangka Raya*. Jurnal Teknik, **3**(2), pp.198-207.