

**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG METODE STATIS  
VS METODE DINAMIS STUDI KASUS RUSUN IAHN TAMPUNG  
PENYANG PALANGKARAYA DAN RUSUN PEMERINTAH  
KABUPATEN KOTIM**



**DISUSUN OLUH:  
RIDHO SALEH SILABAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL.  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKARAYA**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian : Perbandingan daya dukung pondasi tiang Metode Statis vs Metode Dinamis Studi Kasus Rusun IAHN Tampung Penyang Palangkaraya dan Rusun Pemerintah Kabupaten Kotim

Tema Pengabdian : Rekayasa Struktur

Nama Peneliti : Ridho Saleh Silaban, ST, MT

NIDN : 11 111179 01

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

Program Studi : Teknik Sipil

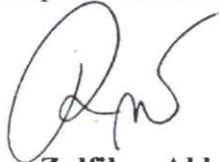
Nomor HP : 0813 49 277 081

Alamat Email : [ridho.saleh.silaban@gmail.com](mailto:ridho.saleh.silaban@gmail.com)

Program Studi : Teknik Sipil

Biaya Penelitian : -

Paraf Kaprodi Teknik Sipil



**Ir. Reza Zulfikar Akbar, ST, M.Sc**  
**NIK. 21.0501.025**

LAPORAN PENELITIAN TELAH DIDATA OLEH  
PRODI

Palangka Raya, Juni 2025



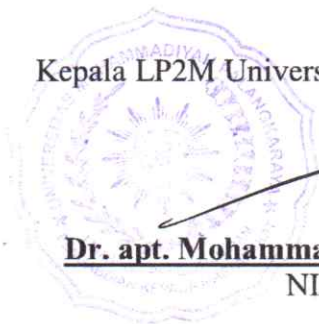
Mengetahui :  
Dekan Fakultas Teknik,

**Ir. Norseta Ajie Saputra, ST, MT**  
**NIK. 1110128201**

Peneliti,

**Ridho Saleh Silaban, ST, MT**  
**NIDN. 11 111179 01**

Menyetujui  
Kepala LP2M Universitas Muhammadiyah Palangkaraya



**Dr. apt. Mohammad Rizki Fadhil Pratama, M.Si.**  
**NIK. 15.0602.042**

# **PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG METODE STATIS VS METODE DINAMIS STUDI KASUS RUSUN IAHN TAMPUNG PENYANG PALANGKARAYA DAN RUSUN PEMERINTAH KABUPATEN KOTIM**

**Ridho Saleh Silaban\***

**\*Universitas Muhammadiyah Palangkaraya**

## **Abstrak**

Dalam perancangan tiang pancang, analisis daya dukung tiang menjadi faktor krusial yang menentukan keamanan dan efisiensi konstruksi, agar menghasilkan stabilitas bangunan yang baik maka desain pondasi harus dihitung sesuai dengan kebutuhan beban kerja, Umumnya pada saat perencanaan analisis kapasitas daya dukung tiang tunggal menggunakan Metode Statis sedangkan daya dukung ijin tiang aktualnya menggunakan metode dinamis yaitu PDA test. Pada tahap pelaksanaan diharapkan desain kapasitas daya dukung tiang pancang pada saat perencanaan dan setelah dilakukan pemancangan kapasitas daya dukung tiang dari keduanya tidak jauh berbeda, namun pada kenyataannya dari hasil analisa kedua metode tersebut seringkali menunjukkan hasil yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal menggunakan Metode Statis dan Metode Dinamis serta persentase selisih dari kedua metode tersebut. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data hasil penyelidikan tanah yaitu berupa data hasil CPT dan SPT serta hasil pengujian dilapangan yaitu PDA test. Selanjutnya data tersebut dianalisis untuk mendapatkan nilai daya dukung ijin tiang menggunakan berbagai rumus perhitungan diantaranya adalah Metode Mayerhof, Notingham&Schmertman, Aoki&Alancer, Luciano Decourt dan Schmertman. kemudian dilakukan perhitungan persentase selisihnya dari kedua metode tersebut.

Hasilnya menunjukkan besarnya rata-rata kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal untuk Rusun Pemkab Kotim menggunakan hasil CPT adalah Mayerhof sebesar 25.34 Ton, Notingham&Schmertman 39.67 Ton, Aoki&Alancer 37.97 Ton, sedangkan menggunakan hasil SPT Mayerhof sar 35.71 Ton, Luciano Decourt 41.47 Ton, Schmertman sebesar 22.68 Ton dan uji PDA 26.50 Ton. Sementara selisih antara metode Statis vs Dinamis pada Rusun ini hasil CPT 32.45%, dan yang paling mendekati hasil PDA test yaitu metode meyerhof sebesar 4.38%. Sedangkan data hasil SPT rata-rata selisihnya 35.22% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah Schmertman 14.42%. Sedangkan untuk Rusun IAHN data hasil CPT Mayerhof 50.50 Ton, Notingham&Schmertman 51.97 Ton, Aoki&Alancer sebesar 22.20 Ton. menggunakan data SPT Mayerhof 36.74 Ton, Luciano Decourt 49.58 Ton, Schmertman sebesar 34.16 Ton, dan uji PDA 42.63 Ton. selisih dari kedua metode tersebut pada Rusun IAHN data hasil CPT rata-rata sebesar 29.43% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah meyerhof yaitu sebesar 18.48%. Data hasil SPT selisihnya rata-rata 16.66% dan yang paling Nilai PDA test adalah Mayerhof yaitu sebesar 13.82%.

Kata kunci: CPT, SPT, Daya dukung ijin tiang, Metode Statis, Metode Dinamis

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Dalam perancangan tiang pancang, analisis daya dukung tiang menjadi faktor krusial yang menentukan keamanan dan efisiensi konstruksi, agar menghasilkan stabilitas bangunan yang baik maka desain pondasi harus dihitung sesuai dengan kebutuhan beban kerja (Silaban, R. S).

Analisa kapasitas dukung tiang pancang saat ini terus berkembang. Banyak ditemukan metode-metode dalam pemilihan analisa penentuan kapasitas dukung tiang pancang berdasarkan nilai hasil parameter hasil uji penyelidikan tanah dilapangan. Nilai parameter uji laboratorium, *Uji Cone Penetration Test* (CPT), dan *Standard Penetration Test* (SPT) adalah beberapa hasil uji penyelidikan tanah yang umum digunakan di Indonesia dalam menganalisis kapasitas dukung pondasi (Rus, T. Y., dkk)

Umumnya pada saat perencanaan analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan Metode Statis sedangkan Analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang aktual atau setelah dilakukan pemancangan tiang menggunakan metode dinamis. Analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode statis menggunakan banyak analisa perhitungan diantaranya adalah Mayerhof (1983), Nottingham & Schmertman (1965), Aoki&Alencar (1975), Luciano Decourt (1975) dan Schmertmann (1978).

Sedangkan untuk menganalisis daya dukung aktual pondasi tiang pancang setelah dilakukan pemancangan umumnya menggunakan metode *Pile Driving Analyzer* (PDA) dan *Case Pile Wave Analysis Program* atau CAPWAP. Metode ini termasuk salah satu jenis pengujian langsung dilapangan untuk mengetahui gambaran nilai daya dukung pondasi tiang tunggal menggunakan benda uji langsung pada tiang pancang yang akan digunakan di lapangan. Metode ini dapat memberikan data tentang regangan, gaya dan percepatan atau kecepatan perpindahan pondasi tiang berdasarkan besaran nilai tumbukan (Rus, T. Y., dkk).

Diharapkan desain kapasitas daya dukung tiang pancang pada saat perencanaan dan setelah pemancangan kapasitas daya dukung tiang dari keduanya tidak jauh berbeda sehingga perubahan desain pondasi dapat dihindari, namun pada kenyataannya seringkali dari kedua metode tersebut menunjukkan hasil yang berbeda (Sagita, M. A., dkk).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase perbedaan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode statis dengan metode dinamis atau uji lapangan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh korelasi yang lebih akurat antara metode statis dan metode uji lapangan sehingga dapat membantu dalam tahap perencanaan pondasi tiang pancang yang lebih akurat, efektif dan aman.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Seberapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal menggunakan analisis perhitungan metode statis yaitu metode Mayerhof (1983), Nottingham & Schmertman (1965), Aoki&Alencar (1975), Luciano Decourt (1975) dan Schmertmann (1978).
2. Seberapa besar nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal menggunakan analisa metode statis uji lapangan dengan *Pile Driving Analyzer* (PDA) dan *Case Pile Wave Analysis Program* (CAPWAP).
3. Seberapa besar persentase selisih antara metode statis dan metode dinamis dengan uji lapangan tersebut?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal menggunakan metode statis.
2. Mengetahui nilai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal menggunakan metode dinamis dengan uji lapangan.
3. Membandingkan hasil perhitungan analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dengan metode statis dan metode dinamis dengan hasil uji lapangan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan referensi dalam perencanaan dan desain pondasi tiang pancang tunggal.
2. Meningkatkan akurasi prediksi kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode perhitungan pondasi yang lebih presisi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Dalam perancangan tiang pancang, analisis daya dukung tiang menjadi faktor krusial yang menentukan keamanan dan efisiensi konstruksi, agar menghasilkan bangunan yang stabilitasnya terjaga dengan baik maka desain pondasi tentu harus dihitung sesuai dengan kebutuhan beban kerja. Pondasi adalah bagian dari sistem rekayasa, yang mentransfer beban yang didukung oleh pondasi dan beratnya sendiri ke tanah dan batuan di bawahnya (Silaban, R. S).

Salah satu unsur utama dalam bangunan struktur yang perlu dianalisa kekuatannya adalah pondasi, dimana pondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk menerima dan menahan gaya beban dari struktur di atasnya. Pondasi dapat menahan beban dengan kuat apabila sudah mencapai tanah yang keras dan tanah yang keras biasanya terdapat pada lapisan tanah yang sangat dalam. (Hardiyatmo, 2008) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019).

Dalam menganalisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang ada beberapa metode untuk mengetahui daya dukung suatu tanah terhadap pondasi , Dimana metode ini memerlukan data hasil pengujian tanah diantara adalah menggunakan alat uji tekan hidroulik atau biasa disebut dengan sondir *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). Selanjutnya data dari hasil pengujian tanah ini kemudian diolah dengan berbagai metode rumus sehingga menghasilkan perkiraan kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan karakteristik tanah tersebut.

#### **2.2 Penyelidikan tanah (*Soil investigation*)**

Pada konstruksi bangunan gedung struktur pondasi dan daya dukung tanah berperan sangat penting bagi keselamatan bangunan. Agar bangunan dapat berdiri dengan stabil dan tidak terjadi penurunan relative besar maka struktur pondasinya harus didesain dengan baik. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah

melakukan penyelidikan tanah hal ini sangat penting untuk dilakukan. Pondasi bangunan harus mencapai lapisan tanah yang cukup padat, untuk mengetahui letak atau kedalaman lapisan tanah padat dan kapasitas daya dukung tanah yang diijinkan maka perlu dilakukan penyelidikan mekanika tanah yang mencakup penyelidikan lapangan dan penyelidikan di laboratorium.

Data penyelidikan tanah dapat digunakan sebagai parameter untuk memprediksi jenis pondasi yang diperlukan, daya dukung tanah terhadap pondasi, kondisi lapisan tanah, prediksi penurunan atau settlement. Elevasi muka air tanah, dan identifikasi beberapa masalah yang mungkin timbul akibat kondisi tanah tertentu (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1981).

Karena itu pondasi harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras dan padat. Dengan dilakukannya penyelidikan tanah dapat diketahui letak atau kedalaman tanah keras yang berfungsi untuk mengetahui sifat-sifat dasar tanah seperti asal-usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (compressibility), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban dan lain-lain. (Das, 1995). Adapun soil investigation yang biasa dilakukan adalah:

- a. Percobaan penetrasi (*Penetration test*) dengan menggunakan alat yang disebut *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir. Ujungnya berupa konus yang ditekan masuk kedalam tanah dan secara otomatis dapat dibaca tegangan tanah
- b. Pengeboran (*Drilling*): Dari hasil pemboran (*Bore holes*) yang dilakukan dengan *Standart Penetration Test* (SPT). Diketahui jenis lapisan tanah yang selanjutnya dianalisis dilaboratorium mekanika tanah.

### **2.2.1 Pengujian tanah dengan *Cone Penetration Test* (CPT)**

Pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) adalah salah satu metode penyelidikan tanah di lapangan yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat teknis tanah secara kontinu dan langsung, terutama tahanan tanah terhadap penetrasi. Tes ini dilakukan dengan cara menekan batang berujung konus ke dalam tanah secara vertikal dengan kecepatan konstan, sambil mencatat data tahanan tanah.

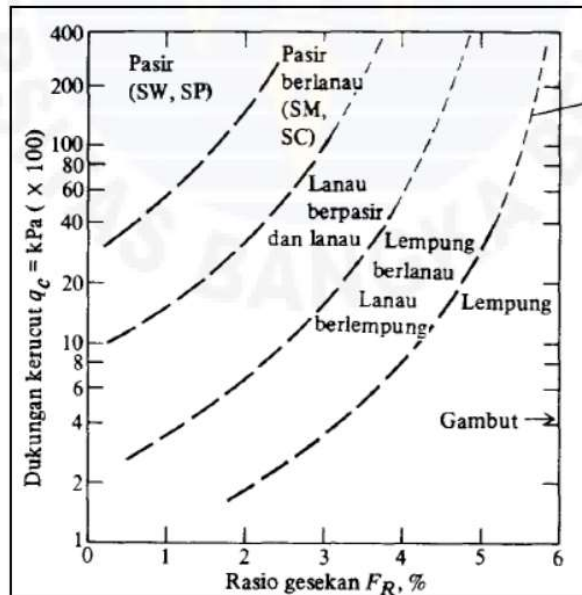
Dalam proses pengambilan data *Cone Penetration Test* (CPT), prinsip kerja alat sondir yaitu menekan stang dalam agar konus bergerak 4 cm ke dalam tanah, ketika konus (alat sondir) bergerak sedalam 4 cm, maka gaya yang diperlukan akan diukur ( $q_c$ ) pada manometer. Selain itu, gaya perlawanan/gaya lekat ( $f_s$ ) selama 20 cm pun diukur secara bersamaan dengan gaya tekan konus karena setelah konus masuk sedalam 20 cm, maka silinder pelekatan akan dengan sendirinya akan melekat pada konus. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan yaitu data CPT yaitu alat sondir ini tidak dapat digunakan pada tanah yang keras.

**Tabel 2.1.** Klasifikasi tanah berdasarkan *Cone Penetration Test* (CPT)

| Hasil Sondir    |              | Hasil Sondir                                                          |
|-----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|
| $q_c$           | $f_s$        |                                                                       |
| 6,00            | 0,15 – 0,40  | Humus, lempung sangat lunak                                           |
| 6,00 - 10,00    | 0,20         | Pasir lelanau lepas, pasir sangat lepas                               |
|                 | 0,20 – 10,60 | Lempung lembek, lempung kelanau lembek                                |
| 10.00 - 30.00   | 0,10         | Kerikil lepas                                                         |
|                 | 0,10 – 0,04  | Pasir lepas                                                           |
|                 | 0,40 – 0,08  | Lempung atau lempung kelanau                                          |
|                 | 0,80 – 2,00  | Lempung agak kenyal                                                   |
| 30.00 - 60.00   | 1,50         | Pasir kelanauan, pasir agak padat                                     |
|                 | 1,00 – 3,00  | Lempung atau lempung kelanau kenyal                                   |
| 60.00 - 150.00  | 1,00         | Kerikil kepasiran lepas                                               |
|                 | 1,00 – 3,00  | Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan Lempung kelanauan |
|                 | 3,00         | Lempung kerikil kenyal                                                |
| 150.00 - 300.00 | 1,00 – 2,00  | Pasir Padat, Pasir Kerikil, Pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat |

Sumber; Andrana A., & Anwar M., A (2023)

Hubungan antara tekanan konus ( $q_c$ ) dengan tahanan geser ( $f_s$ ) digambarkan secara grafis yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengidentifikasi kategori tanah dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:

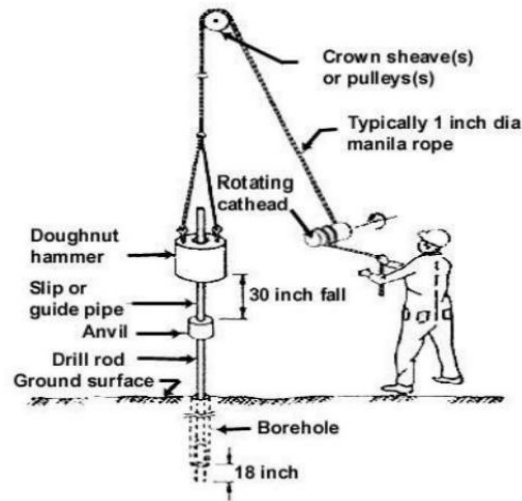


**Gambar 2.1** Klasifikasi tanah berdasarkan data sondir (Bowles, 1997)

### 2.2.2 Pengujian tanah dengan *Standard Penetration Test* (SPT).

*Standar Penetration Test* (SPT) merupakan pengujian statis yang menggunakan mesin bor dengan mengambil sampel tanah dilapangan. sedangkan pengujian di laboratorium bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat tanah (gradasi butiran, kadar air, modulus geser, berat jenis, struktur tanah). *Standar Penetration Test* (SPT) pada awalnya adalah proses pengambilan sampel tanah dengan menggunakan tabung, karena diameter tabung berukuran kecil sehingga tidak memungkinkan untuk mengambil sampel tanah dalam keadaan asli.

Proses pengambilan sampel ini kemudian dikembangkan menjadi beberapa fungsi yaitu selain sebagai pengambilan sampel juga berfungsi sebagai pengukur kekuatan dan kepadatan tanah. Prinsip kerja alat ini yaitu memasukan tabung pada lubang bor dengan cara dipukul masuk ke tanah ketika tabung sudah masuk ke dalam tanah stiap pada kedalaman 15 cm maka jumlah pukulan dihitung. Jumlah pukulan ini disebut N value. Kemudian tabung dikeluarkan dari tabung untuk mengambil sampel tanah. Sampel tanah yang didapatkan kemudian dibawa ke laboratorium untuk diuji keteknikan sampel tanah tersebut. Gambar 2.1 merupakan mekanisme untuk mendapatkan data SPT.



**Gambar 2.2.** Mekanisme pengujian SPT (Robertson & Wride, 1998)

### 2.3 Kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal

Pondasi tiang pancang adalah pondasi dalam yang terdiri dari elemen-elemen panjang dan ramping yang biasanya terbuat dari material beton, baja, atau kayu. Tiang-tiang ini ditancapkan ke dalam tanah dengan cara dipancang menggunakan alat berat hingga mencapai lapisan tanah keras yang dapat menahan beban bangunan. Pondasi ini sangat efektif digunakan pada area yang memiliki kondisi tanah labil atau lunak dilapisan atasnya, dimana pondasi dangkal diperkirakan tidak dapat memikul beban struktur bangunan

Daya dukung tiang pancang tunggal merupakan kemampuan sebuah tiang pancang individu untuk menahan beban yang diberikan tanpa mengalami kegagalan struktur atau penurunan (settlement) yang berlebihan. Daya dukung ini sangat penting dalam perencanaan pondasi tiang pancang agar mampu menopang beban bangunan secara aman dan stabil. Daya dukung tiang dihitung dengan metode teoritis. Selain itu, daya dukung juga dapat diperoleh melalui pengujian lapangan (Rohman, A. F. Q.)

## 2.4 Analisa metode statis

Analisa kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal pada tahapan perencanaan umum menggunakan metode statis yaitu perhitungan berdasarkan data tanah dan parameter mekanik tanah. Metode statis melibatkan perhitungan kapasitas tiang pancang atau kemampuan untuk menahan beban yang bekerja pada pondasi, metode ini diolah menggunakan data dari hasil penyelidikan tanah berupa uji *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Uji Cone Penetration Test* (CPT). Analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode statis menggunakan banyak analisa perhitungan diantaranya adalah Mayerhof (1983), Nottingham & Schmertman (1965), Aoki&Alencar (1975), Luciano Decourt (1975) dan Schmertmann (1978).

Analisis kapasitas daya dukung tiang (*Bearing capacity*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban yang dapat ditransfer dari struktur diatasnya ke tanah tanpa menyebabkan kegagalan atau penurunan yang berlebihan. Daya dukung tiang pancang berasal dari kombinasi tahanan ujung (*End bearing capacity*) dan tahanan gesek (*Friction bearing capacity*) antara tiang dengan tanah di sekelilingnya (Khairi, M., dkk).

Tahanan ujung tiang (*End Bearing capacity*) pada pondasi tiang pancang adalah kemampuan lapisan tanah atau batuan keras pada dasar tiang untuk menahan beban vertikal yang diteruskan melalui ujung bawah tiang. Dengan kata lain, ini adalah bagian dari daya dukung pondasi tiang yang berasal dari kontak langsung antara ujung tiang dan lapisan tanah keras atau batuan di bawahnya.

Tahanan gesek (*Friction bearing capacity*) adalah kemampuan tiang pancang untuk menahan beban melalui gesekan atau adhesi antara permukaan tiang pancang dengan tanah di sekitarnya. Tahanan gesek pada tiang pancang akan menyalurkan beban melalui gesekan antara tanah disekitarnya dan permukaan tiang pancang disepanjang tiang. Kemampuan tiang pancang ini untuk menahan beban tergantung pada adhesi atau gesekan antara permukaan tiang dengan tanah di sekitarnya. Tiang pancang gesek biasanya ditancapkan atau dibor ke dalam tanah hingga kedalaman yang cukup untuk menghasilkan gesekan yang cukup (Lingga, B. A., dkk.).

### 2.4.1 Kapasitas daya dukung tiang berdasarkan data hasil CPT

#### a. Metode Mayerhof

Rumus Mayerhof untuk menghitung daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Cone Penetration Test* (CPT), daya dukung ultimate ( $Q_{all}$ ) adalah:

$$Q_{all} = \frac{qc \times A_p}{SF1} + \frac{JHP \times O_p}{SF2}$$

Keterangan:

$Q_{all}$  : Daya dukung ijin tiang Tunggal (Ton)

$A_p$  : Luas penampang ( $\text{cm}^2$ )

$qc$  : Tahanan ujung/konus diambil rata-rata 8D di atas ujung tiang dan 0.7D - 4D di bawah dasar tiang

$JHP$  : Jumlah Hambatan Pelekat ( $\text{kg/cm}^2$ )

$O_p$  : Keliling tiang (cm)

$SF1$  : 3–5 (Digunakan 3)

$SF2$  : 5–10 (Digunakan 5)

#### b. Metode Nottingham & Schmertman

Analisa daya dukung tiang pancang tunggal menurut Nottingham & Schmertman (1965) untuk dengan menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Cone Penetration Test* (CPT) (Veronica, C., & Sutandi, A.), daya dukung ultimate ( $Q_{all}$ ) adalah:

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_b = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b$$

Untuk tanah pasir:

$$Q_s = K_s \left( \sum_{z=0}^{8B} \frac{z}{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{z=8B}^D f_s \cdot A_s \right)$$

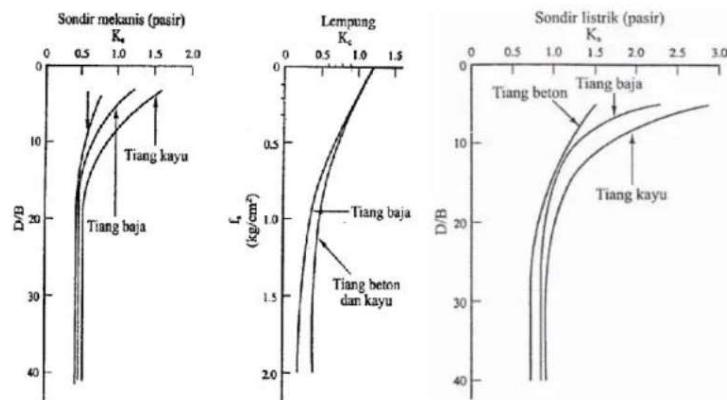
Keterangan:

$Q_{ult}$  : Daya dukung ijin tiang tunggal

$Q_b$  : Daya dukung ujung tiang

$Q_s$  : Daya dukung selimut tiang

- $q_{c1}$  : Nilai  $q_c$  rata-rata sepanjang  $0.7D - 4D$  di bawah ujung tiang  
 $q_{c2}$  : Nilai  $q_c$  rata-rata sepanjang  $8D$  di atas ujung tiang  
 $A_b$  : Luas penampang dasar tiang  
 $A_s$  : Luas selimut tiang  
 $K_s$  : Faktor koreksi tahanan gesek selimut pada sondir  
 $B$  : Dimensi tiang  
 $D$  : Kedalaman tiang



**Gambar 2.3.** Faktor koreksi gesekan selimut pada sondir mekanis  
(Veronica, C., & Sutandi, A.)

### c. Metode Aoki&Alencar

Aoki&Alencar (1975) mengusulkan kapasitas daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) tiang pancang berdasarkan data hasil *Cone penetration test* (CPT) dihasilkan dari daya dukung ujung (*End bearing capacity*) dan tahanan dari selimut tiang (*Friction bearing capacity*), dimana untuk menganalisa kapasitas daya dukung ultimate tiang pancang adalah sebagai berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Keterangan:

- $Q_u$  : Daya dukung aksial tiang  
 $Q_s$  : Tahanan kulit tiang  
 $Q_b$  : Tahanan ujung pada tiang

Untuk menghitung nilai  $Q_b$  dengan rumus:

$$Q_b = q_b \times A_p$$

Keterangan:

$q_b$  : Kapasitas dukung ujung persatuan luas

$A_p$  : Luas penampang tiang

Sebelum mencari nilai Kapasitas ujung tiang ( $Q_b$ ) terlebih dahulu mencari nilai dari  $q_b$  (kapasitas dukung ujung persatuan luas) adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_c(\text{base})}{F_b}$$

Keterangan:

$q_{c(\text{base})}$  : Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang

$F_b$  : Faktor empirik tahanan ujung tiang yang tergantung pada tipe tiang

Sedangkan untuk menghitung nilai kapasitas dukung kulit ( $Q_s$ ) adalah sebagai berikut:

$$Q_s = F \times A_s$$

Keterangan:

$F$  : Tahanan kulit persatuan luas

$A_s$  : Luas kulit tiang pancang

Sebelum menghitung nilai kapasitas dukung kulit ( $Q_s$ ) terlebih dahulu mencari nilai tahanan kulit persatuan luas ( $F$ ) dimana rumusnya adalah sebagai berikut:

$$F = q_{c(\text{side})} \frac{\alpha_s}{F_s}$$

Keterangan:

$q_{c(\text{side})}$  : Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang

$F_s$  : Faktor empirik tahanan kulit yang tergantung pada tipe tiang

$\alpha_s$  : Nilai faktor empirik untuk tipe jenis tanah

**Tabel 2.2** Nilai faktor empirik untuk tipe tanah yang berbeda

| Jenis tanah                    | $\alpha_s$ (%) |
|--------------------------------|----------------|
| Pasir                          | 1.40           |
| Pasir Kelanauan                | 2.00           |
| Pasir Kelanauan dengan Lempung | 2.40           |
| Pasir Berlempung               | 2.80           |
| Pasir Berlempung               | 3.00           |
| Pasir Berlanau                 | 2.00           |
| Pasir Berlanau dengan lempung  | 2.80           |
| Lanau                          | 3.00           |
| Lanau Berlempung dengan Pasir  | 3.00           |
| Lanau Berlempung               | 3.40           |
| Lempung Berpasir               | 2.40           |
| Lempung Berpasir dengan Lanau  | 2.80           |
| Lempung Berlanau dengan Pasir  | 3.00           |
| Lempung berlanau               | 4.00           |
| Lempung                        | 6.00           |

Sumber: Tarigan., R.G (2023)

**Tabel 2.3** Faktor empiris tipe tiang pancang berdasarkan  $F_b$  dan  $F_s$ 

| Tipe tiang pancang | $F_b$ | $F_s$ |
|--------------------|-------|-------|
| Tiang bor          | 3.5   | 7.0   |
| Baja               | 1.75  | 3.5   |
| Beton pracetak     | 1.75  | 3.5   |

Sumber: Wismantaraharjo, dkk., (2020)

## 2.4.2 Berdasarkan hasil SPT

### a. Metode Mayerhof

Rumus perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT), Mayerhof mengusulkan kapasitas daya dukung ultimate ( $Q_{ult}$ ) adalah:

$$Q_{ult} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0.2 N \cdot A_s$$

$$N_b = \frac{(N_1 - N_2)}{2}$$

Keterangan:

$Q_{ult}$  : Daya ultimate tiang tunggal (ton)

$N$  : Nilai rata-rata N-SPT sepanjang tiang

- $N_b$  : Nilai rata-rata N-SPT di ujung tiang (8D di atas dan 4D di bawah ujung tiang)  
 $N_1$  : Nilai SPT pada kedalaman 4D dari ujung tiang ke bawah  
 $N_2$  : Nilai SPT pada kedalaman 8D dari ujung tiang ke atas  
 $A_p$  : Luas penampang dasar tiang ( $m^2$ )  
 $A_s$  : Luas selimut tiang ( $m^2$ )

#### b. Metode Luciano Decourt

Untuk menanalisa kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal menggunakan metode Luciano Decourt (1996) berdasarkan hasil *Standart penetration test* (SPT) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &: Q_p + Q_s \\
 Q_{ult} &: \alpha \cdot (N_p \cdot K) \cdot A_p + \beta \cdot (N_s/3 + 1) \cdot A_s \\
 Q_{netto} &: Q_{all} - W
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- $Q_{ul}$  : Daya dukung tanah maksimum pada pondasi (ton)  
 $Q_{netto}$  : Daya dukung bersih yang bekerja pada tiang (ton)  
 $W$  : Berat tiang pancang (ton)  
 $Q_p$  : Tahanan ujung di dasar tiang (ton)  
 $Q_s$  : Tahanan selimut akibat lekatan (ton)  
 $N_p$  : Nilai rata-rata SPT 8D di atas ujung tiang dan 4D di bawah dasar tiang  
 $D$  : Diameter pondasi tiang (m)  
 $N_s$  : Nilai rata-rata SPT sepanjang tiang yang tertanam  
 $A_s$  : Luas keliling selimut tiang ( $m^2$ )  
 $A_p$  : Luas penampang dasar tiang ( $m^2$ )  
 $\alpha$  : Koefisien dasar tiang  
 $\beta$  : Koefisien selimut tiang  
 $K$  : Koefisien tanah

Untuk nilai koefisien dasar tiang ( $\alpha$ ), Koefisien selimut tiang ( $\beta$ ), dan koefisien tanah (K), Decourt., dkk (1996) mengusulkan nilainya sebagaimana disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 2.4** Nilai koefisien dasar tiang  $\alpha$  (Decourt, dkk,1996)

| Soil/Pile         | Driven pile | Bore pile | Bore pile (Bentonite) | Continuos hollow angger | Root piles | Injection pile (High pressure) |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|
| Clay              | 1.00        | 0.85      | 0.85                  | 0.30                    | 0.85       | 1.00                           |
| Intermediate soil | 1.00        | 0.60      | 0.60                  | 0.30                    | 0.60       | 1.00                           |
| Sand              | 1.00        | 0.50      | 0.50                  | 0.30                    | 0.50       | 1.00                           |

**Tabel 2.5** Koefisien dasar selimut  $\beta$  (Decourt, dkk,1996)

| Soil/Pile         | Driven pile | Bore pile | Bore pile (Bentonite) | Continuos hollow angger | Root piles | Injection pile (High pressure) |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|
| Clay              | 1.00        | 0.80      | 0.90                  | 1.00                    | 1.50       | 3.00                           |
| Intermediate soil | 1.00        | 0.65      | 0.75                  | 1.00                    | 1.50       | 3.00                           |
| Sand              | 1.00        | 0.50      | 0.65                  | 1.00                    | 1.50       | 3.00                           |

**Tabel 2.6** Koefisien Tanah K (Decourt, dkk,1996)

| Jenis tanah      | K (t/m <sup>2</sup> ) |
|------------------|-----------------------|
| Lempung          | 12                    |
| Lanau berlempung | 20                    |
| Lanau berpasir   | 25                    |
| Pasir            | 40                    |

### c. Metode Schmertmann

Kapasitas daya dukung tiang menurut Schmertmann (1978) adalah menggunakan korelasi  $N_{SPT}$  dengan tahanan konus untuk menentukan daya dukung gesekan selimut dan daya dukung ujung pondasi tiang. Rumus dan nilai koreksi  $N_{spt}$  yang diusulkannya dimuat pada tabel dibawah menunjukkan nilai korelasi gesekan selimut dan tahanan ujung tiang pancang yang diusulkan oleh Schmertmann adalah sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$Q_s = \sum_{i=1}^n f_{si} \cdot l_i \cdot p$$

Keterangan:

$Q_{ul}$  : Daya dukung tanah maksimum tiang (ton)

$Q_p$  : Tahanan ujung tiang (ton)

$Q_s$  : Tahanan selimut tiang (ton)

$q_p$  : Tahanan ujung per satuan luas (ton/m<sup>2</sup>)

$A_p$  : Luas penampang dasar tiang (m<sup>2</sup>)

$p$  : Keliling penampang (m)

$l_i$  : Panjang segmen tiang ke-i (m)

$f_{si}$  : Gesekan selimut tiang per satuan luas pada segmen ke-1  
(ton/m<sup>2</sup>)

**Tabel 2.7** Nilai Korelasi gesekan selimut dan tahanan ujung tiang pancang menurut Schmertmann

| Jenis tanah                                               | Klasifikasi tanah tahanan ujung | Gesekan selimut (kg/cm <sup>2</sup> ) | Tahanan ujung (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Pasir Bersih*                                             | GW, GP, GM, SW, SP, SM          | 0,019 N                               | 3,2 N                               |
| Lempung kelanauan bercampur pasir, pasir kelanauan, lanau | GC, SC, ML, CL                  | 0,04 N*                               | 1,6 N                               |
| Lempung plastis                                           | CH, OH                          | 0,05 N**                              | 0,7 N                               |
| Batu gamping rapuh, pasir berkarang                       |                                 | 0,01 N                                | 3,6 N                               |

\* untuk  $N > 60$ , diambil  $N = 60$

\*\* dianjurkan direduksi untuk lempung kaku dan lempung kepasiran

Sumber: Santoso, H. T., & Hartono, J. (2020)

### 2.4.3 Daya dukung ijin tiang

Untuk daya dukung ijin tiang tunggal dari berbagai metode statis masih memerlukan faktor keamanan (SF), hal ini dikarenakan bahwa data hasil uji tanah yang dilakukan pada lokasi tidaklah menggambarkan kebenaran sepenuhnya dari karakteristik kondisi lapangan sehingga untuk keamanan struktur diperlukan faktor keamanan tersebut (Lazar, G. M. P., dkk). Adapun kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal adalah sebagai berikut:

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Keterangan:

$Q_{all}$  : Daya dukung tiang yang diizinkan

$Q_{ult}$  : Daya ultimate tiang Tunggal (kN)

$SF$  : *Safety factor* (2,5)

## 2.5 Analisa metode dinamis

Metode dinamis analisa daya dukung tiang pancang tunggal digunakan untuk memperkirakan kapasitas tiang berdasarkan data dari pemancangan, khususnya energi tumbukan dari alat pemancang. Metode dinamis dihitung berdasarkan data lapangan, yaitu uji skala pembebanan diantaranya metode *Pile driving analyzer* (PDA) dan CAPWAB, diperoleh setelah pemancangan tiang dilakukan. Agar lebih memastikan perhitungan kapasitas daya dukung tiang didasarkan pada teori mekanika tanah dengan metode statis maka hasil perhitungan tersebut dapat kembali diperifikasi dan dicek dengan metode dinamis.

### 2.5.1 Uji lapangan metode *Pile Driving Analyzer* (PDA) Test

PDA (*Pile Driving Analyzer*) adalah alat uji pembebanan dinamis yang sangat populer di Indonesia. PDA pada awalnya digunakan untuk menganalisis pondasi tiang pancang, tetapi metode simulasi dari jenis pengujian ini juga dapat diterapkan pada pondasi tiang bor.

PDA test merupakan metode uji dinamis dapat mengevaluasi daya dukung tiang pancang dengan mengukur tegangan dan kecepatan gelombang yang

merambat melalui tiang selama pemancangan. Pengujian pembebanan dengan metode ini berfungsi untuk mengetahui percepatan dan regangan tiang pada saat ditumbuk diperoleh grafik gaya (F) dan kecepatan (V) menggunakan *hammer* dengan berat tertentu. Salah satu hasil tes PDA yaitu daya dukung tiang (RMX). Diperkirakan daya dukung tiang yang diuji terdiri dari tahanan ujung (*End bearing*) dan lengketan (*Shaft friction*).

Uji pembebanan dilakukan dengan cara memasang gauge dan accelerometer didekat kepala tiang, kondisi tiang telah tertanam, kemudian instrumen menghitung gelombang yang dihasilkan oleh palu pada kepala tiang. Dengan mengabungkan teori perambatan gelombang pengujian PDA test ini dapat diprediksi besaran daya dukung dan simulasi gesekan selimut sepanjang tiang dan perilaku penurunan beban tiang. Tujuan pengujian tiang menggunakan PDA (*Pile Driving Analyzer*) guna untuk mendapatkan data tentang:

1. Nilai daya dukung aksial tiang (ultimit tiang)
2. Ketahanan tiang pondasi.
3. Energi yang disalurkan secara tepat
4. Penurunan tiang

### **2.5.2 Uji lapangan metode Case Pile Wave Analysis Program (CAPWAP)**

Analisa daya dukung tiang pancang dengan metode *Case Pile Wave Analysis Program* (CAPWAP) adalah pendekatan dinamis yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas tiang pancang berdasarkan data hasil pengujian pemancangan menggunakan alat *Pile Driving Analyzer* (PDA). Metode ini menggunakan program computer untuk menganalisis gelombang tegangan *stress wave* yang terjadi selama pemancangan tiang. Program ini memodelkan interaksi antara tiang dan tanah berdasarkan data dari uji PDA, lalu menghitung daya dukung tiang baik total maupun berdasarkan komponen:

1. Daya dukung ujung (*End bearing*)
2. Daya dukung selimut (*Skin friction*)
3. Distribusi tahanan sepanjang tiang
4. Penurunan (*Settlement*)

Proses analisis CAPWAP adalah kalibrasi numerik, yaitu mensimulasikan respons tiang berdasarkan berbagai parameter tanah. Program melakukan iterasi (*trial & error*) untuk mencocokkan data simulasi dengan data uji PDA aktual. Outputnya mencakup distribusi tahanan, grafik gaya dan kecepatan, serta prediksi deformasi. Data diperoleh dari uji PDA selama tiang dipancang atau saat dilakukan *re-strike test* (pemukulan ulang setelah waktu tertentu). Sensor diletakkan dibagian atas tiang untuk merekam tegangan (*stress*), kecepatan (*velocity*), waktu reaksi saat palu memukul.

Output dari hasil analisa metode CAPWAP adalah kapasitas Daya dukung aksial ultimate (total dan terbagi atas friksi & ujung), tahanan sepanjang kedalaman tiang, karakteristik dinamis sistem tiang (impedansi, redaman), grafik *matching* antara simulasi dan data lapangan

Kelebihan dari metode CAPWAP diantaranya mampu memperkirakan daya dukung aktual berdasarkan kondisi lapangan, menggabungkan aspek dinamis dan statis sangat cocok untuk proyek dengan banyak tiang (ekonomis dibanding uji statik penuh) dan dapat digunakan sebagai validasi desain

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Pendahuluan**

Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa mengenai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang yang diperhitungkan secara manual dengan menggunakan metode statis yaitu menggunakan metode Mayerhof (1983), Nottingham & Schmertman (1965), Aoki&Alencar (1975), Luciano Decourt (1975) dan Schmertmann (1978), selanjutnya akan dibandingkan hasilnya dengan analisa metode dinamis yaitu pengujian *pile driving analyzer test* (PDA) dan CAPWAP.

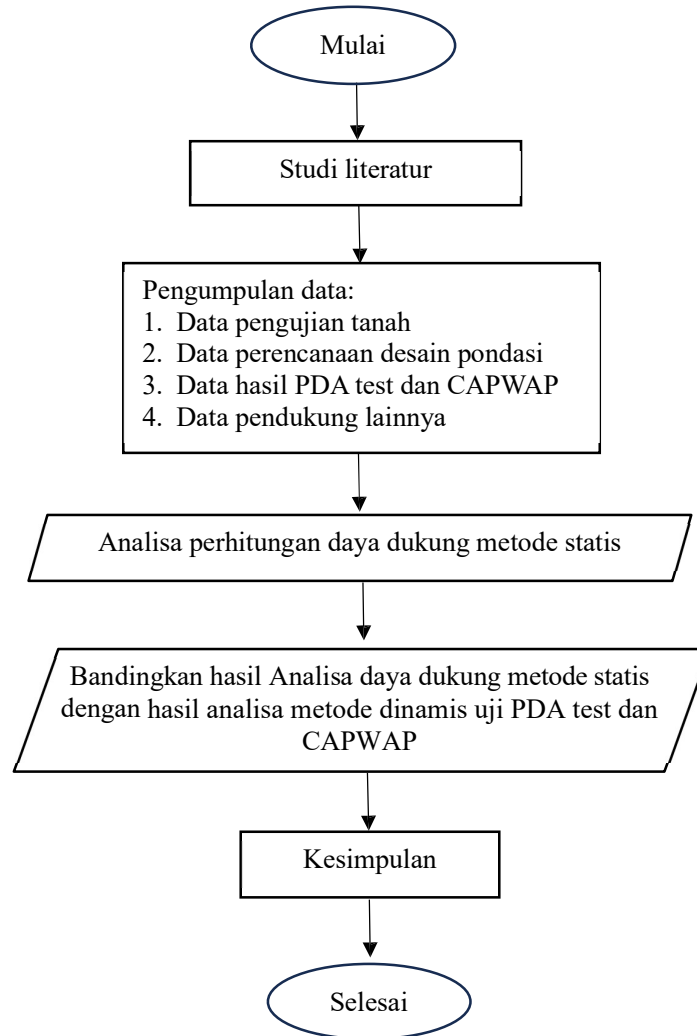
Studi kasus dilaksanakan pada dua proyek pembangunan gedung bangunan rumah rusun yaitu rusun mahasiswa IAHN Tampung Penyang Palangkaraya dan rumah susun Pemerintah Kabupaten Kotim. *Output* yang dihasilkan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai  $Q_p$ ,  $Q_s$ ,  $Q_u$  dan  $Q_{all}$  dari hasil analisa perhitungan menggunakan hasil data *Cone penetration test* (CPT) dan *Standard penetration test* (SPT). Sedangkan untuk kapasitas daya dukung tiang pancang diperoleh langsung dari hasil pengujian metode dinamis yang telah dilaksanakan di lapangan.

### **3.2 Lokasi penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada dua lokasi pekerjaan proyek Pembangunan gedung yaitu pada pekerjaan proyek pembangunan Rusun mahasiswa Institut Agama Hindu Negeri (IAHN) Tampung Penyang Palangkaraya yang terletak di jalan G. Obos X Kota Palangka Raya dan proyek pembangunan rumah susun Pemerintah Kabupaten Kotim yang terletak di Kompleks Perumahan Wengga Kota Sampit Kabupaten Kotawaringin Timur. Kedua proyek tersebut merupakan bagian dari propinsi Kalimantan Tengah.

### 3.3 Diagram alir penelitian

Tahapan pada penelitian ini dapat disajikan secara sistematis dalam gambar digram alir sebagaimana gambar 3.1 berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Alir

### 3.4 Teknik pengumpulan data

Dalam penelitian ini tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, diantaranya adalah data umum proyek, data penyelidikan tanah baik dilapangan maupun dilaboratorium, dokumen perencanaan desain pondasi, data hasil uji PDA dan

CAPWAB, serta data lainnya yang diperlukan untuk menunjang terselesaikannya penelitian ini. Data diperoleh langsung dari pihak proyek pekerjaan pembangunan Rumah susun IAHN Tampung Penyang Palangkaraya dan Rumah susun Pemerintah Kabupaten Kotim. Adapun data yang diperlukan pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. Data penyelidikan tanah yaitu SPT dan CPT yang diperoleh langsung dari hasil penyelidikan tanah yang dilaksanakan oleh pihak proyek.
2. Dokumen perencanaan desain pondasi berkaitan dengan dimensi dan kedalaman rencana pemancangan tiang pancang beserta jumlah tiang dalam satu titik pondasi.
3. Dokumen laporan hasil uji beban statis PDA test dan analisa CAPWAP.
4. Data lainnya yang menunjang penyelesaian penelitian ini.

### **3.5 Prosedur analisis data**

Analisis data akan dilakukan sesuai prosedur sebagai berikut:

1. Tiang pancang yang dianalisis merupakan tiang pancang tunggal
2. Ukuran dimensi dan kedalaman tiang yang dianalisis dan diuji sesuai dengan data material tiang. Adapun ukuran dimensi tiang pancang untuk kedua bangunan tersebut memiliki ukuran yang sama yaitu sebesar 250 mm x 250 mm sedangkan untuk panjang tiang pancang yang tertanam memiliki perbedaan yaitu untuk bangunan Rusun IAHN adalah sebesar 10,90 m dari tinggi muka tanah dan untuk bangunan rusun Pemkab Kotim sedalam 5,40 m dari tinggi muka tanah.
3. Analisa perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang metode statis yang dilakukan berdasarkan data data hasil pengujian tanah pada lokasi bangunan.
4. Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pondasi menggunakan beberapa metode, yaitu:
  - a. Untuk menghitung nilai kapasitas daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Cone penetration test* (CPT)

yaitu dengan metode Mayerhof (1983), Nottingham & Schmertman (1965), Aoki&Alencar (1975),

- b. Sedangkan untuk menghitung nilai kapasitas daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Standart penetration test* (SPT) yaitu menggunakan metode Menyerhof, Luciano Decourt (1975) dan Schmertmann (1978). Meyerhof dan metode Vesic.
  - c. Menghitung nilai daya dukung ijin dengan membagi hasil daya dukung ultimit dengan faktor aman yang telah ditentukan.
5. Data hasil uji lapangan kapasitas daya dukung tiang yaitu *Pile Driving Analyzer* (PDA) dan CAPWAP yang masing-masing tiang yang di uji sebanyak dua buah tiang pada tiap lokasinya.
  6. Perbandingan kapasitas daya dukung dilakukan dengan cara membandingkan nilai analisa kapasitas daya dukung ijin metode statik dengan kapasitas daya dukung berdasarkan uji lapangan *Pile Driving Analyzer* (PDA).

### **3.6 Analisis data**

Data yang terkumpul selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan metode statis dengan rumus-rumus yang sudah disebutkan diatas, selanjutnya hasil perhitungannya berupa kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal akan dibandingkan dengan kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal dengan metode dinamis yaitu uji lapangan *Pile Driving Analyzer* (PDA) dan CAPWAP.

Dari hasil perbandingan dari kedua metode tersebut yaitu metode statis dan dinamis, maka akan diperoleh persentase selisih dari kedua metode tersebut yang nantinya akan diambil kesimpulan dari penelitian yaitu berupa besarnya nilai kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal metode statis dan kapasitas daya dukung tiang dengan uji lapangan serta seberapa besar persentase selisih dari kedua metode tersebut.

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data dimensi tiang pancang.

Data dimensi tiang pancang yang digunakan pada Pembangunan rusun dalam penelitian ini adalah:

**Tabel 4.1** Data tiang pancang

| Profil tiang     | Tiang pancang Rusun<br>Pemerintah Kab. Kotim | Tiang pancang Rusun<br>IAHN |
|------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| Ukuran           | 250 x 250 mm                                 | 250 x 250 mm                |
| Panjang tertanam | 5400 mm                                      | 10.950 mm                   |
| Jenis tiang      | Beton <i>square</i> (Solid)                  | Beton <i>square</i> (Solid) |

### 4.2. Analisa daya dukung tiang tunggal metode Statis

Analisa perhitungan daya dukung tiang tunggal dengan metode statis akan menggunakan data hasil penyelidikan tanah yaitu uji *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). Analisa ini menentukan kapasitas dukung tiang tunggal dengan pendekatan statis umumnya menjadi dasar dalam perencanaan dimensi dan jumlah tiang yang diperlukan untuk mendukung struktur secara aman dan efisien untuk hasil data uji tanah dibuat pada lampiran.

#### 4.1.1 Daya dukung tiang tunggal menggunakan data hasil uji tanah *Uji Cone Penetration Test* (CPT)

##### a. Metode Mayerhof

Rumus Mayerhof untuk menghitung daya dukung tiang pancang ultimate ( $Q_{all}$ ) adalah:

$$Q_{all} = \frac{q_c \times A_p}{SF1} + \frac{JHP \times O_p}{SF2}$$

## **I. Daya dukung tiang Rusun Kotim**

### **1. Titik sondir S-1**

$$\begin{aligned}A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\ &= 625.00 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$q_c = 116.29 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 66.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}O_p &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 100.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$S_{F1} = \text{Digunakan } 3$$

$$S_{F2} = \text{Digunakan } 5$$

$$\begin{aligned}Q_{all} &= \frac{116.29 \times 625.00}{3} + \frac{66.00 \times 100.00}{5} \\ &= 25,546.19 \text{ Kg} \\ &= 25.55 \text{ Ton}\end{aligned}$$

### **2. Titik sondir S-2**

$$\begin{aligned}A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\ &= 625.00 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$q_c = 112.15 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 92.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}O_p &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 100.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$S_{F1} = \text{Digunakan } 3$$

$$S_{F2} = \text{Digunakan } 5$$

$$\begin{aligned}Q_{all} &= \frac{112.15 \times 625.00}{3} + \frac{92.00 \times 100.00}{5} \\ &= 25,205.38 \text{ Kg} \\ &= 25.21 \text{ Ton}\end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik sondir S-1

$$\begin{aligned}A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\ &= 625.00 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$q_c = 50.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 2.770,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}O_p &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 100.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$S_{F1} = \text{Digunakan } 3$$

$$S_{F2} = \text{Digunakan } 5$$

$$\begin{aligned}Q_{all} &= \frac{50.00 \times 625.00}{3} + \frac{2.770.00 \times 100.00}{5} \\ &= 55,956,67 \text{ Kg} \\ &= 55.96 \text{ Ton}\end{aligned}$$

### 2. Titik sondir S-2

$$\begin{aligned}A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\ &= 625.00 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$q_c = 60.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 1,620.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}O_p &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 100.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$S_{F1} = \text{Digunakan } 3$$

$$S_{F2} = \text{Digunakan } 5$$

$$\begin{aligned}Q_{all} &= \frac{60.67 \times 625.00}{3} + \frac{1,620.00 \times 100.00}{5} \\ &= 45,038.89 \text{ Kg} \\ &= 45.04 \text{ Ton}\end{aligned}$$

**b. Metode Nottingham & Schmertman**

Rumus Nottingham & Schmertman (1975) Analisa daya dukung ultimate ( $Q_{all}$ ) adalah:

$$\begin{aligned}Q_u &= Q_b + Q_s \\Q_b &= \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b \\Q_s &= K_s \left( \sum_{z=0}^{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{z=8B}^D f_s \cdot A_s \right)\end{aligned}$$

**I. Daya dukung tiang Rusun Kotim**

**1. Titik sondir S-1**

$$\begin{aligned}A_b &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\&= 625.00 \text{ cm}^2 \\A_s &= B \times \text{sisi} \\&= 25 \times 4 \\&= 100.00 \text{ cm} \\q_{c1} &= 52.80 \text{ kg/cm}^2 \\q_{c2} &= 275.00 \text{ kg/cm}^2 \\Q_b &= \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b \\&= \frac{1}{2} (52.80 + 275.00) \times 625.00 \\&= 102,438.00 \text{ Kg} \\&= 102.438 \text{ Ton} \\K_s &= 0.50 \\B &= 25.00 \text{ cm} \\8B &= 200.00 \text{ cm} \\D &= 600.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

Hitung nilai  $\sum_{z=0}^{8B} \frac{z}{8B} \times f_s \times A_s$  (Bagian pertama tiang) dari kedalaman  $z=0$  sampai dengan  $8B$  (kedalaman tiang 0.00 – 2.00 m) dengan luas selimut tiang ( $A_s$ ) pada tinggi tiap lapis 0,20 m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalaman pertama titik sondir S-1 Rusun Kotim

| $z$<br>(m)    | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $z/8B$ | $f_s \times (z/8B)$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(Kg) |
|---------------|--------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------|
| 0.40          | 0.00                           | 0.20   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.60          | 0.00                           | 0.30   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.80          | 0.00                           | 0.40   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 1.00          | 0.00                           | 0.50   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 1.20          | 0.10                           | 0.60   | 0.06                                         | 120.00                   |
| 1.40          | 0.10                           | 0.70   | 0.07                                         | 140.00                   |
| 1.60          | 0.10                           | 0.80   | 0.08                                         | 160.00                   |
| 1.80          | 0.10                           | 0.90   | 0.09                                         | 180.00                   |
| 2.00          | 0.10                           | 1.00   | 0.10                                         | 200.00                   |
| <b>Total:</b> |                                |        |                                              | <b>800.00</b>            |

Besarnya nilai daya dukung gesek tiang pada kedalaman pertama atau sepanjang 2.00 m adalah sebesar 800 Kg atau 0.80 Ton. Selanjutnya hitung bagian kedua bobot  $\sum_{z=8B}^D f_s \times A_s$  dari kedalaman  $z = 8B$  sampai dengan kedalaman dasar (D) atau dari kedalaman tiang 2.00 m – 6.00 m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalaman kedua titik sondir S-1 Rusun Kotim

| $z$<br>(m)    | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) | $z$<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) |
|---------------|--------------------------------|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| 2.20          | 0.10                           | 200.00                   | 4.20       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.40          | 0.10                           | 200.00                   | 4.40       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.60          | 0.10                           | 200.00                   | 4.60       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.80          | 0.10                           | 200.00                   | 4.80       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.00          | 0.10                           | 200.00                   | 5.00       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.20          | 0.10                           | 200.00                   | 5.20       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.40          | 0.10                           | 200.00                   | 5.40       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| 3.60          | 0.10                           | 200.00                   | 5.60       | 0.20                           | 400.00                   |
| 3.80          | 0.10                           | 200.00                   | 5.80       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| 4.00          | 0.10                           | 200.00                   | 6.00       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| <b>Total:</b> |                                |                          |            | <b>6,600.00</b>                |                          |

Daya dukung gesek tiang dari kedalaman 2.00 – 6.00 m atau 4.00 m adalah sebesar 6,600.00 kg atau 6.60 Ton sehingga:

$$\begin{aligned}
Q_s &= K_s (\sum_{z=0}^{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{z=8B}^D f_s \cdot A_s) \\
&= 0.50 (0.80 + 6.60) \\
&= 3.700 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_b + Q_s \\
Q_u &= 102.438 + 3.70 \\
&= 106.138 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{106.138}{2.5} \\
&= 42.455 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

## 2. Titik sondir S-2

$$\begin{aligned}
A_b &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\
&= 625.00 \text{ cm}^2 \\
A_s &= B \times \text{sisi} \\
&= 25 \times 4 \\
&= 100.00 \text{ cm} \\
q_{c1} &= 53.50 \text{ kg/cm}^2 \\
q_{c2} &= 230.00 \text{ kg/cm}^2 \\
Q_b &= \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b \\
&= \frac{1}{2} (53.50 + 230.00) \times 625.00 \\
&= 88,593.8 \text{ Kg} \\
&= 88.594 \text{ Ton} \\
K_s &= 0.50 \\
B &= 25.00 \text{ cm} \\
8B &= 200.00 \text{ cm} \\
D &= 600.00 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Hitung nilai  $\sum_{z=0}^{8B} \frac{z}{8B} \times f_s \times A_s$  (Bagian pertama tiang) dari kedalaman  $z=0$  sampai dengan  $8B$  (kedalaman tiang  $0.00 -$

2.00 m) dengan luas selimut tiang ( $A_s$ ) pada tinggi tiap lapis 0,20 m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam pertama titik sondir S-2 Rusun Kotim

| $z$<br>(m)    | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $z/8B$ | $f_s \times (z/8B)$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(Kg) |
|---------------|--------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------|
| 0.40          | 0.00                           | 0.20   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.60          | 0.00                           | 0.30   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.80          | 0.00                           | 0.40   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 1.00          | 0.00                           | 0.50   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 1.20          | 0.10                           | 0.60   | 0.06                                         | 120.00                   |
| 1.40          | 0.10                           | 0.70   | 0.07                                         | 140.00                   |
| 1.60          | 0.10                           | 0.80   | 0.08                                         | 160.00                   |
| 1.80          | 0.10                           | 0.90   | 0.09                                         | 180.00                   |
| 2.00          | 0.10                           | 1.00   | 0.10                                         | 200.00                   |
| <b>Total:</b> |                                |        |                                              | <b>800.00</b>            |

Besarnya nilai daya dukung gesek tiang pada kedalam pertama atau sepanjang 2.00 m adalah sebesar 800 Kg atau 0.80 Ton. Selanjutnya hitung bagian kedua bobot  $\sum_{z=8B}^D f_s \times A_s$  dari kedalaman  $z = 8B$  sampai dengan kedalaman dasar (D) atau dari kedalaman tiang 2.00 m – 6.00 m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.5** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam kedua titik sondir S-2 Rusun Kotim

| $z$<br>(m)    | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) | $z$<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) |
|---------------|--------------------------------|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| 2.20          | 0.10                           | 200.00                   | 4.20       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.40          | 0.10                           | 200.00                   | 4.40       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.60          | 0.10                           | 200.00                   | 4.60       | 0.10                           | 200.00                   |
| 2.80          | 0.10                           | 200.00                   | 4.80       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.00          | 0.10                           | 200.00                   | 5.00       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.20          | 0.10                           | 200.00                   | 5.20       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.40          | 0.10                           | 200.00                   | 5.40       | 0.10                           | 200.00                   |
| 3.60          | 0.10                           | 200.00                   | 5.60       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| 3.80          | 0.10                           | 200.00                   | 5.80       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| 4.00          | 0.10                           | 200.00                   | 6.00       | 0.50                           | 1,000.00                 |
| <b>Total:</b> |                                |                          |            | <b>6,400.00</b>                |                          |

Daya dukung gesek tiang dari kedalaman 2.00 – 6.00 m atau 4.00 m adalah sebesar 6,400.00 kg atau 6.40 Ton sehingga:

$$\begin{aligned}
Q_s &= K_s (\sum_{Z=0}^{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{Z=8B}^D f_s \cdot A_s) \\
&= 0.50 (0.80 + 6.40) \\
&= 3.600 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_b + Q_s \\
Q_u &= 88.594 + 3.60 \\
&= 92.194 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{92.194}{2.5} \\
&= 36.88 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik sondir S-1

$$\begin{aligned}
A_b &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\
&= 625.00 \text{ cm}^2 \\
A_s &= B \times \text{sisi} \\
&= 25 \times 4 \\
&= 100.00 \text{ cm} \\
q_{c1} &= 43.64 \text{ kg/cm}^2 \\
q_{c2} &= 64.00 \text{ kg/cm}^2 \\
Q_b &= \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b \\
&= \frac{1}{2} (43.64 + 64.00) \times 625.00 \\
&= 33,636.4 \text{ Kg} \\
&= 33.64 \text{ Ton} \\
K_s &= 0.50 \\
B &= 25.00 \text{ cm} \\
8B &= 200.00 \text{ cm} \\
D &= 1200.00 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Hitung nilai  $\sum_{z=0}^{8B} \frac{z}{8B} \times f_s \times A_s$  (Bagian pertama tiang) dari kedalaman  $z=0$  sampai dengan  $8B$  (kedalaman tiang  $0.00 - 2.00$  m) dengan luas selimut tiang ( $A_s$ ) pada tinggi tiap lapis  $0,20$  m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.6** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam pertama titik sondir S-1 Rusun IAHN

| $z$<br>(m)    | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $z/8B$ | $f_s \times (z/8B)$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(Kg) |
|---------------|--------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------|
| 0.00          | 0.00                           | 0.00   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.20          | 0.90                           | 0.10   | 0.09                                         | 180.00                   |
| 0.40          | 0.90                           | 0.20   | 0.18                                         | 360.00                   |
| 0.60          | 0.90                           | 0.30   | 0.27                                         | 540.00                   |
| 0.80          | 0.90                           | 0.40   | 0.36                                         | 720.00                   |
| 1.00          | 0.90                           | 0.50   | 0.45                                         | 900.00                   |
| 1.20          | 0.90                           | 0.60   | 0.54                                         | 1,080.00                 |
| 1.40          | 0.90                           | 0.70   | 0.63                                         | 1,260.00                 |
| 1.60          | 1.80                           | 0.80   | 1.44                                         | 2,880.00                 |
| 1.80          | 3.60                           | 0.90   | 3.24                                         | 6,480.00                 |
| 2.00          | 2.70                           | 1.00   | 2.70                                         | 5,400.00                 |
| <b>Total:</b> |                                |        |                                              | <b>19,800.00</b>         |

Besar nya nilai daya dukung gesek tiang dari kedalaman  $0.00 - 2.00$  m adalah sebesar  $19,800.00$  Kg atau  $19.80$  Ton. Selanjutnya hitung bagian kedua bobot  $\sum_{z=8B}^D f_s \times A_s$  dari kedalaman  $z = 8B$  sampai dengan kedalaman dasar (D) atau dari kedalaman tiang  $2.00$  m –  $12.00$  m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.6** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam kedua titik sondir S-1 Rusun IAHN

| $z$<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) | $z$<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(kg) |
|------------|--------------------------------|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------------|
| 2.00       | 2.70                           | 1.00                     | 2.70       | 5400                           | 19,800.00                |
| 2.20       | 2.70                           | 5,400.00                 | 7.20       | 1.80                           | 3,600.00                 |
| 2.40       | 2.70                           | 5,400.00                 | 7.40       | 1.35                           | 2,700.00                 |
| 2.60       | 3.60                           | 7,200.00                 | 7.60       | 1.35                           | 2,700.00                 |
| 2.80       | 4.05                           | 8,100.00                 | 7.80       | 2.25                           | 4,500.00                 |
| 3.00       | 2.70                           | 5,400.00                 | 8.00       | 1.80                           | 3,600.00                 |
| 3.20       | 1.80                           | 3,600.00                 | 8.20       | 1.80                           | 3,600.00                 |
| 3.40       | 1.80                           | 3,600.00                 | 8.40       | 1.80                           | 3,600.00                 |

Tabel 4.6 Lanjutan...

| z<br>(m)      | $f_s$<br>(Kg/cm2) | $f_s \times A_s$<br>(kg) | z<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm2) | $f_s \times A_s$<br>(kg) |
|---------------|-------------------|--------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| 3.60          | 2.25              | 4,500.00                 | 8.60     | 2.70              | 5,400.00                 |
| 3.80          | 1.80              | 3,600.00                 | 8.80     | 2.70              | 5,400.00                 |
| 4.00          | 1.80              | 3,600.00                 | 9.00     | 1.80              | 3,600.00                 |
| 4.20          | 1.80              | 3,600.00                 | 9.20     | 1.80              | 3,600.00                 |
| 4.40          | 1.80              | 3,600.00                 | 9.40     | 2.25              | 4,500.00                 |
| 4.60          | 1.80              | 3,600.00                 | 9.60     | 1.80              | 3,600.00                 |
| 4.80          | 1.80              | 3,600.00                 | 9.80     | 1.80              | 3,600.00                 |
| 5.00          | 1.80              | 3,600.00                 | 10.00    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 5.20          | 1.80              | 3,600.00                 | 10.20    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 5.40          | 1.80              | 3,600.00                 | 10.40    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 5.60          | 1.80              | 3,600.00                 | 10.60    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 5.80          | 1.80              | 3,600.00                 | 10.80    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 6.00          | 1.80              | 3,600.00                 | 11.00    | 1.35              | 2,700.00                 |
| 6.20          | 1.80              | 3,600.00                 | 11.20    | 1.35              | 2,700.00                 |
| 6.40          | 1.80              | 3,600.00                 | 11.40    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 6.60          | 1.80              | 3,600.00                 | 11.60    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 6.80          | 1.80              | 3,600.00                 | 11.80    | 1.80              | 3,600.00                 |
| 7.00          | 1.80              | 3,600.00                 | 12.00    | 1.80              | 3,600.00                 |
| <b>Total:</b> |                   |                          |          | <b>196,200.00</b> |                          |

Dari perhitungan diatas daya dukung gesek tiang pada bagian kedua tiang yaitu sepanjang 10.00 m dihitung dari kedalaman 2.00 m sampai ke dasar tiang sebesar 196,200.00 kg atau 196.20 Ton sehingga:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= K_s (\sum_{z=0}^{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{z=8B}^D f_s \cdot A_s) \\
 &= 0.50 (19.80 + 196.20) \\
 &= 108.00 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_b + Q_s \\
 Q_u &= 33.64 + 108.00 \\
 &= 141.64 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{141.64}{2.5} \\
 &= 56.67 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

## 2. Titik sondir S-2

$$A_b = 25.00 \times 25.00 \text{ cm}$$

$$= 625.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = B \times \text{sisi}$$

$$= 25 \times 4$$

$$= 100.00 \text{ cm}$$

$$q_{c1} = 71.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{c2} = 53.64 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_b = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2}) \times A_b$$

$$= \frac{1}{2} (71.25 + 53.64) \times 625.00$$

$$= 39,027.00 \text{ Kg}$$

$$= 39.027 \text{ Ton}$$

$$K_s = 0.50$$

$$B = 25.00 \text{ cm}$$

$$8B = 200.00 \text{ cm}$$

$$D = 1200.00 \text{ cm}$$

Hitung nilai  $\sum_{z=0}^{8B} \frac{z}{8B} \times f_s \times A_s$  dari kedalaman  $z = 0$  sampai dengan  $8B$  atau kedalaman tiang dari  $0.00 - 2.00$  m (bagian pertama) dengan luas selimut tiang ( $A_s$ ) pada tinggi tiap lapis  $0.20$  m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam pertama titik sondir S-2 Rusun IAHN

| $z$<br>(m) | $f_s$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $z/8B$ | $f_s \times (z/8B)$<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | $f_s \times A_s$<br>(Kg) |
|------------|--------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------|
| 0.00       | 0.00                           | 0.00   | 0.00                                         | 0.00                     |
| 0.20       | 0.90                           | 0.10   | 0.09                                         | 180.00                   |
| 0.40       | 0.90                           | 0.20   | 0.18                                         | 360.00                   |
| 0.60       | 0.90                           | 0.30   | 0.27                                         | 540.00                   |
| 0.80       | 0.90                           | 0.40   | 0.36                                         | 720.00                   |
| 1.00       | 0.90                           | 0.50   | 0.45                                         | 900.00                   |
| 1.20       | 0.90                           | 0.60   | 0.54                                         | 1,080.00                 |

**Tabel 4.7** Lanjutan..

| <b>z<br/>(m)</b> | <b><math>f_s</math><br/>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b>z/8B</b> | <b><math>f_s \times (z/8B)</math><br/>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>f_s \times A_s</math><br/>(Kg)</b> |
|------------------|-------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.40             | 0.90                                            | 0.70        | 0.63                                                          | 1,260.00                                    |
| 1.60             | 0.90                                            | 0.80        | 0.72                                                          | 1,440.00                                    |
| 1.80             | 0.90                                            | 0.90        | 0.81                                                          | 1,620.00                                    |
| 2.00             | 0.90                                            | 1.00        | 0.90                                                          | 1,800.00                                    |
| <b>Total:</b>    |                                                 |             |                                                               | <b>9,900.00</b>                             |

Besarnya nilai daya dukung gesek tiang bagian pertama dari kedalaman 0.00 – 2.00 m (Sepanjang 2.00 m) sebesar 9,900.00 Kg atau 9.90 Ton. Selanjutnya hitung bagian kedua bobot  $\sum_{z=8B}^D f_s \times A_s$  dari kedalaman (z) = 8B sampai dengan kedalaman dasar (D) atau dari kedalaman tiang 2.00 m – 12.00 m dengan nilai bobot sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Perhitungan daya dukung tiang bagian kedalam kedua titik sondir S-2 Rusun IAHN

| <b>z<br/>(m)</b> | <b><math>f_s</math><br/>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>f_s \times A_s</math><br/>(kg)</b> | <b>z<br/>(m)</b> | <b><math>f_s</math><br/>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b> | <b><math>f_s \times A_s</math><br/>(kg)</b> |
|------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 2.20             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 7.20             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 2.40             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 7.40             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 2.60             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 7.60             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 2.80             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 7.80             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 3.00             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 8.00             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 3.20             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 8.20             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 3.40             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 8.40             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 3.60             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 8.60             | 0.90                                            | 1,800.00                                    |
| 3.80             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 8.80             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 4.00             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 9.00             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 4.20             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 9.20             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 4.40             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 9.40             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 4.60             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 9.60             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 4.80             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 9.80             | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 5.00             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 10.00            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 5.20             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 10.20            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 5.40             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 10.40            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 5.60             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 10.60            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 5.80             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 10.80            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 6.00             | 1.80                                            | 3,600.00                                    | 11.00            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 6.20             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 11.20            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |
| 6.40             | 0.90                                            | 1,800.00                                    | 11.40            | 1.80                                            | 3,600.00                                    |

**Tabel 4.8** Lanjutan ...

| <b>z</b><br><b>(m)</b> | <b><math>f_s</math></b><br><b>(Kg/cm2)</b> | <b><math>f_s \times A_s</math></b><br><b>(kg)</b> | <b>z</b><br><b>(m)</b> | <b><math>f_s</math></b><br><b>(Kg/cm2)</b> | <b><math>f_s \times A_s</math></b><br><b>(kg)</b> |
|------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 6.60                   | 0.90                                       | 1,800.00                                          | 11.60                  | 1.80                                       | 3,600.00                                          |
| 6.80                   | 0.90                                       | 1,800.00                                          | 11.80                  | 1.80                                       | 3,600.00                                          |
| 7.00                   | 0.90                                       | 1,800.00                                          | 12.00                  | 2.25                                       | 4,500.00                                          |
| 2.20                   | 0.90                                       | 1,800.00                                          | 7.20                   | 0.90                                       | 1,800.00                                          |
| <b>Total:</b>          |                                            |                                                   |                        |                                            | <b>148,500.00</b>                                 |

Dari perhitungan diatas daya dukung gesek tiang sepanjang 10.00 m dihitung dari kedalaman 2.00 m sampai ke dasar tiang sebesar 148,500.00 kg atau 148.50 Ton sehingga:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= K_s (\sum_{z=0}^{8B} f_s \cdot A_s + \sum_{z=8B}^D f_s \cdot A_s) \\
 &= 0.50 (9.90 + 148.50) \\
 &= 79.20 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_b + Q_s \\
 Q_u &= 39.03 + 79.20 \\
 &= 118.28 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{118.28}{2.5} \\
 &= 47.29 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

**c. Metode Aoki&Alencar**

Rumus Aoki&Alencar (1975) kapasitas daya dukung ultimate tiang pancang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_b &= q_b \times A_p \\
 q_b &= \frac{q_c (\text{base})}{F_b} \\
 F &= q_{c(\text{side})} \frac{\alpha s}{F_s} \\
 Q_s &= F \times A_s \\
 Q_u &= Q_b + Q_s
 \end{aligned}$$

## I. Daya dukung tiang Rusun Kotim

### 1. Titik sondir S-1

$$L = 600.00 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\ &= 625.00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 100.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$q_{c(\text{base})} = 242.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{c(\text{side})} = 28.69 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha_s = 3 \%$$

$$F_s = 3.5$$

$$F_b = 1.75$$

$$q_b = \frac{q_{c(\text{base})}}{F_b}$$

$$\begin{aligned} q_b &= \frac{242.00}{1.75} \\ &= 134.28 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= q_b \times A_p \\ &= 134.28 \times 625.00 \\ &= 86,428.6 \text{ Kg} \\ &= 86.429 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= q_{c(\text{side})} \frac{\alpha_s}{F_s} \\ &= 28.69 \frac{0.03}{3.5} \\ &= 0.245 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= F \times A_s \\ &= 0.245 \times 100.00 \times 600.00 \\ &= 14,754.68 \text{ Kg} \\ &= 14.755 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 86.429 \text{ Ton} + 14.755 \text{ Ton} \\ &= 101.183 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{all}} &= \frac{Q_{\text{ult}}}{SF} \\
 &= \frac{101.183}{2.5} \\
 &= 40.470 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

## 2. Titik sondir S-2

$$L = 600.00 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\
 &= 625.00 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\
 &= 100.00 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$q_{\text{c}(\text{base})} = 208.75 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\text{c}(\text{side})} = 27.41 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha_s = 3 \%$$

$$F_s = 3.5$$

$$F_b = 1.75$$

$$q_b = \frac{q_{\text{c}(\text{base})}}{F_b}$$

$$\begin{aligned}
 q_b &= \frac{208.75}{1.75} \\
 &= 119.285 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_b &= q_b \times A_p \\
 &= 119.285 \times 625.00 \\
 &= 74,553.57 \text{ Kg} \\
 &= 74.554 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= q_{\text{c}(\text{side})} \frac{\alpha_s}{F_s} \\
 &= 27.41 \frac{0.03}{3.5} \\
 &= 0.234
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= F \times A_s \\
 &= 0.234 \times 100.00 \times 600.00 \\
 &= 14,098.50 \text{ Kg} \\
 &= 14.0985 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_u &= Q_b + Q_s \\
&= 74.554 \text{ Ton} + 14.0985 \text{ Ton} \\
&= 88.652 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{88.652}{2.5} \\
&= 35.460 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik sondir S-1

$$\begin{aligned}
L &= 1,200.00 \text{ cm} \\
A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\
&= 625.00 \text{ cm}^2 \\
A_s &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\
&= 100.00 \text{ cm} \\
q_{c(\text{base})} &= 30.00 \text{ kg/cm}^2 \\
q_{c(\text{side})} &= 51.36 \text{ kg/cm}^2 \\
\alpha_s &= 3 \% \\
F_s &= 3.5 \\
F_b &= 1.75 \\
q_b &= \frac{q_c(\text{base})}{F_b} \\
q_b &= \frac{30.00}{1.75} \\
&= 17.14 \text{ Kg/cm}^2 \\
Q_b &= q_b \times A_p \\
&= 17.14 \times 625.00 \\
&= 10,714.29 \text{ Kg} \\
&= 10.71429 \text{ Ton} \\
F &= q_{c(\text{side})} \frac{\alpha_s}{F_s} \\
&= 51.36 \frac{0.03}{3.5} \\
&= 0.440
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_s &= F \times A_s \\
&= 0.440 \times 100 \times 1.200 \\
&= 52,823.24 \text{ Kg} \\
&= 52.823 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_b + Q_s \\
&= 10.71429 \text{ Ton} + 52.823 \text{ Ton} \\
&= 63.590 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{53.590}{2.5} \\
&= 25.436 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

## 2. Titik sondir S-2

$$\begin{aligned}
L &= 1,200.00 \text{ cm} \\
A_p &= 25.00 \times 25.00 \text{ cm} \\
&= 625.00 \text{ cm}^2 \\
A_s &= 25.00 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \\
&= 100.00 \text{ cm} \\
qc_{(base)} &= 57.50 \text{ kg/cm}^2 \\
qc_{(side)} &= 26.101 \text{ kg/cm}^2 \\
\alpha_s &= 3 \% \\
F_s &= 3.5 \\
F_b &= 1.75 \\
q_b &= \frac{qc_{(base)}}{F_b} \\
q_b &= \frac{57.50}{1.75} \\
&= 32.857 \text{ Kg/cm}^2 \\
Q_b &= q_b \times A_p \\
&= 32.857 \times 625.00 \\
&= 20,535.71 \text{ Kg} \\
&= 20.536 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F &= q_{c(side)} \frac{\alpha s}{F_s} \\
&= 26.101 \frac{0.03}{3.5} \\
&= 0.223 \\
Q_s &= F \times A_s \\
&= 0.223 \times 100 \times 1.200 \\
&= 26,847.46 \text{ Kg} \\
&= 26.847 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_b + Q_s \\
&= 20.536 \text{ Ton} + 26.847 \text{ Ton} \\
&= 47.383 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{47.383}{2.5} \\
&= 18.953 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisa daya dukung tiang tunggal menggunakan rumus-rumus dengan data hasil CPT diatas maka hasilnya disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4.9** Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal Rusun Pemkab Kotim menggunakan data hasil CPT

| Titik Sondir     | Mayerhof                |                         |                           | Nottingham & Schmertman |                         |                           | Aoki&Alencar            |                         |                           |
|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                  | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) |
| S - 1            | 1.32                    | 24.23                   | 25.54                     | 1.48                    | 40.98                   | 42.46                     | 5.90                    | 34.57                   | 40.47                     |
| S - 2            | 1.95                    | 23.26                   | 25.21                     | 1.44                    | 35.44                   | 36.88                     | 5.64                    | 29.82                   | 35.46                     |
| <b>Rata-rata</b> | <b>1.64</b>             | <b>23.75</b>            | <b>25.34</b>              | <b>1.46</b>             | <b>38.21</b>            | <b>39.67</b>              | <b>5.77</b>             | <b>32.20</b>            | <b>37.97</b>              |

Dari Tabel 4.9 diatas diperoleh nilai rata-rata daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan data hasil CPT untuk Rusun Pemkab Kotim metode Mayerhof sebesar 25.34 Ton, Metode Notingham&Schmertman sebesar 39.67 Ton dan Metode Aoki&Alancer sebesar 37.97 Ton

**Tabel 4.10.** Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal Rusun IAHN menggunakan data hasil CPT

| Titik Sondir     | Mayerhof                |                         |                           | Nottingham & Schmertman |                         |                           | Aoki&Alencar            |                         |                           |
|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                  | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) | Q <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>b</sub><br>(Ton) | Q <sub>all</sub><br>(Ton) |
| S - 1            | 45.54                   | 10.42                   | 55.96                     | 43.20                   | 13.45                   | 56.65                     | 21.13                   | 4.29                    | 25.44                     |
| S - 2            | 32.40                   | 12.64                   | 45.04                     | 31.68                   | 15.61                   | 47.29                     | 10.74                   | 8.22                    | 18.95                     |
| <b>Rata-rata</b> | <b>38.97</b>            | <b>11.53</b>            | <b>50.50</b>              | <b>37.44</b>            | <b>14.53</b>            | <b>51.97</b>              | <b>15.94</b>            | <b>6.26</b>             | <b>22.20</b>              |

Dari Tabel 4.9 diatas diperoleh nilai rata-rata daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan data hasil CPT untuk Rusun Pemkab Kotim metode Mayerhof sebesar 50.50 Ton, Metode Notingham&Schmertman sebesar 51.97 Ton dan Metode Aoki&Alancer sebesar 22.20 Ton

#### 4.1.2 Daya dukung tiang tunggal menggunakan data hasil uji tanah *Standard Penetration Test* (SPT)

##### a. Metode Mayerhof

Rumus Mayerhof untuk menghitung daya dukung tiang pancang ultimate (Q<sub>all</sub>) menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT) adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\
 &= 40 \times N_b \times A_p + 0.2 \times N \times A_s \\
 N_b &= \frac{(N_1 - N_2)}{2}
 \end{aligned}$$

#### I. Daya dukung tiang Rusun Kotim

##### 1. Titik bor BH-01

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
 &= 0.0625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$L = 6.00 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\
 &= 6.00 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$N = 16.75$$

$$N_b = 43.33$$

$$\begin{aligned}
Q_b &= 40 \times N_b \times A_p \\
&= 40 \times 43.33 \times 0.0625 \\
&= 108,325.00 \text{ Ton} \\
Q_s &= 0.2 \times N \times A_s \\
&= 0.2 \times 16.75 \times 6.00 \\
&= 20.10 \text{ Ton} \\
Q_{ult} &= 108,325.00 + 20.10 \\
&= 128.425 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{128.425}{2.5} \\
&= 51.37 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

## 2. Titik bor BH-02

$$\begin{aligned}
A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
&= 0.0625 \text{ m}^2 \\
L &= 6 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)} \\
A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\
&= 6.00 \text{ m}^2 \\
N &= 4.25 \\
N_b &= 18.00 \\
Q_b &= 40 \times N_b \times A_p \\
&= 40 \times 18.00 \times 0.0625 \\
&= 45.00 \text{ Ton} \\
Q_s &= 0.2 \times N \times A_s \\
&= 0.2 \times 4.25 \times 6.00 \\
&= 5.10 \text{ Ton} \\
Q_{ult} &= 45.00 + 5.10 \\
&= 50.10 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{50.10}{2.5} \\
 &= 20.04 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik bor BH-01

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
 &= 0.0625 \text{ m}^2 \\
 L &= 12 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)} \\
 A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\
 &= 12.00 \text{ m}^2 \\
 N &= 12.57 \\
 N_b &= 24.67 \\
 Q_b &= 40 \times N_b \times A_p \\
 &= 40 \times 24.67 \times 0.0625 \\
 &= 61,675.00 \text{ Ton} \\
 Q_s &= 0.2 \times N \times A_s \\
 &= 0.2 \times 12.57 \times 12 \\
 &= 30.168 \text{ Ton} \\
 Q_{ult} &= 61,675.00 + 30.168 \\
 &= 91.843 \text{ Ton} \\
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{91.845}{2.5} \\
 &= 36.74 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

### b. Metode Luciano Decourt

Rumus Luciano Decourt untuk menghitung daya dukung tiang pancang ultimate ( $Q_{all}$ ) menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT) adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\
 &= \alpha \times (N_p \times K) \times A_p + \beta \times (N_s/3 + 1.00) \times A_s
 \end{aligned}$$

## I. Daya dukung tiang Rusun Kotim

### 1. Titik bor BH-01

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
 &= 0.0625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$L = 6.00 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\
 &= 6.00 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 1.00$$

$$K = 40.00$$

$$N_p = 43.33$$

$$N_s = 16.75$$

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \alpha \times (N_p \times K) \times A_p \\
 &= 1.00 \times (43.33 \times 40) \times 0.0625 \\
 &= 108.325 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \beta \times (N_s/3 + 1.00) \times A_s \\
 &= 1.00 \times (16.75/3 + 1.00) \times 6.00 \\
 &= 39.50 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= 108.325 + 39.50 \\
 &= 147.825 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{147.825}{2.5} \\
 &= 59.13 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

## 2. Titik bor BH-02

$$\begin{aligned}A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\ &= 0.0625 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$L = 6.00 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)}$$

$$\begin{aligned}A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\ &= 6.00 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 1.00$$

$$K = 40.00$$

$$N_p = 18.00$$

$$N_s = 4.25$$

$$\begin{aligned}Q_p &= \alpha \times (N_p \times K) \times A_p \\ &= 1.00 \times (18.00 \times 40) \times 0.0625 \\ &= 45.00 \text{ Ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_s &= \beta \times (N_s/3 + 1.00) \times A_s \\ &= 1.00 \times (4.25/3 + 1.00) \times 6.00 \\ &= 14.50 \text{ Ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{ult} &= 45.00 + 14.50 \\ &= 59.50 \text{ Ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{59.50}{2.5} \\ &= 23.80 \text{ Ton}\end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik bor BH-01

$$\begin{aligned}A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\ &= 0.0625 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$L = 12.00 \text{ m (Panjang total tiang tertanam)}$$

$$\begin{aligned}A_s &= 0.25 \text{ cm} \times 4 \text{ sisi} \times L \\ &= 12.00 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha &= 1.00 \\
\beta &= 1.00 \\
K &= 40.00 \\
N_p &= 24.67 \\
N_s &= 12.57 \\
Q_p &= \alpha \times (N_p \times K) \times A_p \\
&= 1.00 \times (24.67 \times 40) \times 0.0625 \\
&= 61.68 \text{ Ton} \\
Q_s &= \beta \times (N_s/3 + 1.00) \times A_s \\
&= 1.00 \times (12.57/3 + 1.00) \times 12.00 \\
&= 62.28 \text{ Ton} \\
Q_{ult} &= 61.68 + 62.28 \\
&= 123.96 \text{ Ton} \\
Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{123.96}{2.5} \\
&= 49.55 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

**c. Metode Schmertmann**

Rumus Schmertmann untuk menghitung daya dukung tiang pancang ultimate ( $Q_{all}$ ) menggunakan data hasil penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT) adalah:

$$\begin{aligned}
Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\
Q_p &= q_p \times A_p \\
Q_s &= \sum_{i=1}^n f_{si} \cdot l_i \cdot p
\end{aligned}$$

**I. Daya dukung tiang Rusun Kotim**

**1. Titik bos BH-01**

$$\begin{aligned}
A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
&= 0.0625 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$p = 0.25 \text{ m} \times 4 \text{ sisi}$$

$$= 1.00 \text{ m}$$

$$l_i = 2.00 \text{ m (Panjang nilai } N_{\text{SPT}} \text{ persegmen tiang)}$$

$$q_p = 16.0 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai Koreksi } N_{\text{SPT}} \text{ tanah pasir kelanau) } \times N_{\text{SPT}}$$

$$f_{si} = 0.40 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai koreksi } N_{\text{SPT}} \text{ selimut tiang jenis tanah pasir kelanau) } \times N_{\text{SPT}}$$

$$l_{total} = 6.00 \text{ m}$$

daya dukung tiang dengan Panjang 6.00 m adalah sebagai berikut:

$$f_{s(2m)} = \text{Rata-rata nilai } N_{\text{SPT}} \text{ pada kedalaman antara } 0.00 \text{ m} - 6.00 \text{ m}$$

$$= \frac{0.00+1.00}{2} \times 0.40$$

$$= 0.20 \text{ ton/m}^2$$

$$f_{s(4m)} = \frac{1.00+2.00}{2} \times 0.40$$

$$= 0.60 \text{ ton/m}^2$$

$$f_{s(6m)} = \frac{2+64}{2} \times 0.40$$

$$= 13.20 \text{ ton/m}^2$$

$$\Sigma Q_s = \Sigma (f_{si} \times l_i \times p)$$

$$= 0.20 \times 2.00 \times 1.00 + 0.60 \times 2.00 \times 1.00 + 13.20 \times 2.00 \times 1.00$$

$$= 28.00 \text{ Ton}$$

$$q_p = 16.00 \times 64.00$$

$$= 1,024.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$= 1,024.00 \times 0.0625$$

$$= 64.00 \text{ Ton}$$

$$Q_u = Q_s + Q_p$$

$$= 28.00 + 64.00$$

$$= 92.00 \text{ Ton}$$

Perhitungan daya dukung tiap segmen disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4.11** Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal metode Schmertmann titik bor BH-01 Rusun Kotim

| Dept<br>(m) | N <sub>SPT</sub> | $f_{si}$<br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | $q_p$<br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | $\Sigma Q_s$<br>(Ton) | $Q_p$<br>(Ton) | $Q_u$<br>(Ton) |
|-------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| 0.00        | 0.00             | 0.00                              | 0.00                           | 0.00                  | 0.00           | 0.00           |
| 2.00        | 1.00             | 0.20                              | 16.00                          | 0.40                  | 1.00           | 1.40           |
| 4.00        | 2.00             | 0.60                              | 32.00                          | 1.60                  | 2.00           | 3.60           |
| 6.00        | 64.00            | 13.20                             | 1,024.00                       | 28.00                 | 64.00          | 92.00          |
| 8.00        | 64.00            | 25.60                             | 1,024.00                       | 79.20                 | 64.00          | 143.20         |
| 10.00       | 65.00            | 25.80                             | 1,040.00                       | 130.80                | 65.00          | 195.80         |

Dari tabel 4.11 diatas daya dukung ultimit tiang tunggal Rusun Kotim pada kedalaman 6.00 m menggunakan data hasil SPT dititik bor BH-01 adalah sebesar 92.00 Ton sehingga daya dukung ijin tiangnya ( $Q_{all}$ ) adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_u}{F_s} \\
 &= \frac{92.00}{2.50} \\
 &= 36.80 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

## 2. Titik bos BH-02

$$\begin{aligned}
 A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\
 &= 0.0625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= 0.25 \text{ m} \times 4 \text{ sisi} \\
 &= 1.00 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$l_i = 2.00 \text{ m (Panjang nilai } N_{SPT} \text{ persegmen tiang)}$$

$$q_p = 16.0 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai Koreksi } N_{SPT} \text{ tanah pasir kelanau) } \times N_{SPT}$$

$$f_{si} = 0.40 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai koreksi } N_{SPT} \text{ selimut tiang jenis tanah pasir kelanau) } \times N_{SPT}$$

$$l_{total} = 6.00 \text{ m}$$

daya dukung tiang dengan Panjang 6.00 m adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
f_{s(2m)} &= \text{Rata-rata nilai } N_{\text{-SPT}} \text{ pada kedalaman antara } 0.00 \text{ m} - \\
&\quad 2.00 \text{ m} \\
&= \frac{0.00+1.00}{2} \times 0.40 \\
&= 0.20 \text{ ton/m}^2 \\
f_{s(4m)} &= \frac{1.00+3.00}{2} \times 0.40 \\
&= 0.80 \text{ ton/m}^2 \\
f_{s(6m)} &= \frac{3+13}{2} \times 0.40 \\
&= 3.20 \text{ ton/m}^2 \\
\Sigma Q_s &= \Sigma (f_{si} \times li \times p) \\
&= 0.20 \times 2.00 \times 1.00 + 0.80 \times 2.00 \times 1.00 + 3.20 \times 2.00 \\
&\quad \times 1.00 \\
&= 8.40 \text{ Ton} \\
q_p &= 13.00 \times 64.00 \\
&= 208.00 \text{ Ton/m}^2 \\
Q_p &= q_p \times A_p \\
&= 208.00 \times 0.0625 \\
&= 13.00 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_s + Q_p \\
&= 8.40 + 13.00 \\
&= 21.40 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung tiap segmen disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4.12** Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal metode Schmertmann titik bor BH-02 Rusun Kotim

| Dept<br>(m) | N <sub>-SPT</sub> | <i>f<sub>si</sub></i><br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | q <sub>p</sub><br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | ΣQ <sub>s</sub><br>(Ton) | Q <sub>p</sub><br>(Ton) | Q <sub>u</sub><br>(Ton) |
|-------------|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0.00        | 0.00              | 0.00                                           | 0.00                                    | 0.00                     | 0.00                    | 0.00                    |
| 2.00        | 1.00              | 0.20                                           | 16.00                                   | 0.40                     | 1.00                    | 1.40                    |
| 4.00        | 3.00              | 0.80                                           | 48.00                                   | 2.00                     | 3.00                    | 5.00                    |
| 6.00        | 13.00             | 3.20                                           | 208.00                                  | 8.40                     | 13.00                   | 21.40                   |
| 8.00        | 63.00             | 15.20                                          | 1,008.00                                | 38.80                    | 63.00                   | 101.80                  |
| 10.00       | 22.00             | 17.00                                          | 352.00                                  | 72.80                    | 22.00                   | 94.80                   |

Dari tabel 4.12 diatas daya dukung ultimit tiang tunggal Rusun Kotim pada kedalaman 6.00 m menggunakan data hasil SPT dititik bor BH-02 adalah sebesar 21.40 Ton sehingga daya dukung ijin tiangnya ( $Q_{all}$ ) adalah sebesar:

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Qu}{Fs} \\ &= \frac{21.40}{2.50} \\ &= 8.56 \text{ Ton} \end{aligned}$$

## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

### 1. Titik bos BH-01

$$\begin{aligned} A_p &= 0.25 \times 0.25 \text{ m} \\ &= 0.0625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= 0.25 \text{ m} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 1.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$l_i = 2.00 \text{ m (Panjang nilai } N_{SPT} \text{ persegmen tiang)}$$

$$q_p = 16.0 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai Koreksi } N_{SPT} \text{ tanah pasir kelanau) } \times N_{SPT}$$

$$f_{si} = 0.40 \text{ Ton/m}^2 \text{ (Nilai koreksi } N_{SPT} \text{ selimut tiang jenis tanah pasir kelanau) } \times N_{SPT}$$

$$l_{total} = 12.00 \text{ m}$$

Daya dukung tiang dengan Panjang 12.00 m adalah sebagai berikut:

$$f_{s(2m)} = \text{Rata-rata nilai } N_{SPT} \text{ pada kedalaman antara } 0.00 \text{ m} - 2.00 \text{ m}$$

$$= \frac{0.00+3.00}{2} \times 0.40$$

$$= 0.60 \text{ ton/m}^2$$

$$f_{s(4m)} = \frac{3.00+12.00}{2} \times 0.40$$

$$= 3.00 \text{ ton/m}^2$$

$$f_{s(6m)} = \frac{12+10}{2} \times 0.40$$

$$\begin{aligned}
&= 4.40 \text{ ton/m}^2 \\
f_{s(8m)} &= \frac{10+15}{2} \times 0.40 \\
&= 5.00 \text{ ton/m}^2 \\
f_{s(10m)} &= \frac{15+23}{2} \times 0.40 \\
&= 7.60 \text{ ton/m}^2 \\
f_{s(12m)} &= \frac{23+25}{2} \times 0.40 \\
&= 9.60 \text{ ton/m}^2 \\
\Sigma Q_s &= \Sigma (f_{si} \times l_i \times p) \\
&= 0.60 \times 2.00 \times 1.00 + 3.00 \times 2.00 \times 1.00 + 4.40 \times 2.00 \\
&\quad \times 1.00 + 5 \times 2.00 \times 1.00 + 7.60 \times 2.00 \times 1.00 + 9.60 \\
&\quad \times 2.00 \times 1.00 \\
&= 60.40 \text{ Ton} \\
q_p &= 16.00 \times 25.00 \\
&= 400.00 \text{ Ton/m}^2 \\
Q_p &= q_p \times A_p \\
&= 400.00 \times 0.0625 \\
&= 25.00 \text{ Ton} \\
Q_u &= Q_s + Q_p \\
&= 60.40 + 25.00 \\
&= 85.40 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

**Tabel 4.13** Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal metode Schmertmann titik bor BH-01 Rusun IAHN

| Dept<br>(m) | N <sub>SPT</sub> | $f_{si}$<br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | q <sub>p</sub><br>(Ton/m <sup>2</sup> ) | $\Sigma Q_s$<br>(Ton) | Q <sub>p</sub><br>(Ton) | Q <sub>u</sub><br>(Ton) |
|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0.00        | 0.00             | 0.00                              | 0.00                                    | 0.00                  | 0.00                    | 0.00                    |
| 2.00        | 3.00             | 0.60                              | 48.00                                   | 1.20                  | 3.00                    | 4.20                    |
| 4.00        | 12.00            | 3.00                              | 192.00                                  | 7.20                  | 12.00                   | 19.20                   |
| 6.00        | 10.00            | 4.40                              | 160.00                                  | 16.00                 | 10.00                   | 26.00                   |
| 8.00        | 15.00            | 5.00                              | 240.00                                  | 26.00                 | 15.00                   | 41.00                   |
| 10.00       | 23.00            | 7.60                              | 368.00                                  | 41.20                 | 23.00                   | 64.20                   |
| 12.00       | 25.00            | 9.60                              | 400.00                                  | 60.40                 | 25.00                   | 85.40                   |
| 14.00       | 27.00            | 10.40                             | 432.00                                  | 81.20                 | 27.00                   | 108.20                  |
| 16.00       | 31.00            | 11.60                             | 496.00                                  | 104.40                | 31.00                   | 135.40                  |

Dari tabel 4.13 diatas daya dukung ultimit tiang tunggal Rusun Kotim pada kedalaman 12.00 m menggunakan data hasil SPT dititik bor BH-01 adalah sebesar 85.40 Ton sehingga daya dukung ijin tiangnya ( $Q_{all}$ ) adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_u}{F_s} \\
 &= \frac{85.40}{2.50} \\
 &= 34.16 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisa daya dukung tiang tunggal menggunakan berbagai metode yang telah diuraikan diatas dengan data hasil SPT maka hasilnya disajikan dalam tabel 4.14 dan 4.15 berikut:

**Tabel 4.14.** Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal Rusun Pemkab Kotim menggunakan data hasil SPT

| Titik Bor        | Mayerhof       |                |                    | Luciano Decourt |                |                    | Schmertman     |                |                    |
|------------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|
|                  | $Q_s$<br>(Ton) | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) | $Q_s$<br>(Ton)  | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) | $Q_s$<br>(Ton) | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) |
| BH-01            | 8.04           | 43.33          | 51.37              | 15.80           | 43.20          | 82.83              | 11.20          | 25.60          | 36.80              |
| BH-02            | 2.04           | 18.00          | 20.04              | 5.80            | 18.00          | 23.80              | 3.36           | 5.20           | 8.56               |
| <b>Rata-rata</b> | <b>5.04</b>    | <b>30.67</b>   | <b>35.71</b>       | <b>10.80</b>    | <b>30.6</b>    | <b>41.47</b>       | <b>7.28</b>    | <b>15.40</b>   | <b>22.68</b>       |

Dari Tabel 4.14 diatas diperoleh nilai rata-rata daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan data hasil SPT untuk Rusun Pemkab Kotim metode Mayerhof sebesar 35.71 Ton, Metode Luciano Decourt sebesar 41.47 Ton dan Metode Schmertman sebesar 22.68 Ton

**Tabel 4.15.** Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal Rusun IAHN Kotim menggunakan data hasil SPT

| Titik Bor        | Mayerhof       |                |                    | Luciano Decourt |                |                    | Schmertman     |                |                    |
|------------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|
|                  | $Q_s$<br>(Ton) | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) | $Q_s$<br>(Ton)  | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) | $Q_s$<br>(Ton) | $Q_b$<br>(Ton) | $Q_{all}$<br>(Ton) |
| BH-01            | 12.07          | 24.67          | 36.74              | 24.91           | 24.67          | 49.58              | 24.16          | 10.00          | 34.16              |
| <b>Rata-rata</b> | <b>12.07</b>   | <b>24.67</b>   | <b>36.74</b>       | <b>24.91</b>    | <b>24.67</b>   | <b>49.58</b>       | <b>24.16</b>   | <b>10.00</b>   | <b>34.16</b>       |

Dari Tabel 4.15 diatas diperoleh nilai rata-rata daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan data hasil SPT untuk Rusun IAHN

metode Mayerhof sebesar 36.74 Ton, Metode Luciano Decourt sebesar 49.58 Ton dan Metode Schmertman sebesar 34.16 Ton

#### 4.2. Analisa daya dukung tiang tunggal metode dinamis

Hasil pengukuran direkam dengan alat Pile Driving Analyzer (PDA), dan dianalisis dengan cara yang dikenal dengan nama *Case Method*, berdasarkan teori gelombang satu dimensi (*one dimensional wave theory*). Hasil rekaman PDA dianalisis lebih lanjut dengan CAPWAP, untuk memperoleh perkiraan daya dukung tiang, distribusi kekuatan lapisan tanah dan simulasi pembebanan statik.

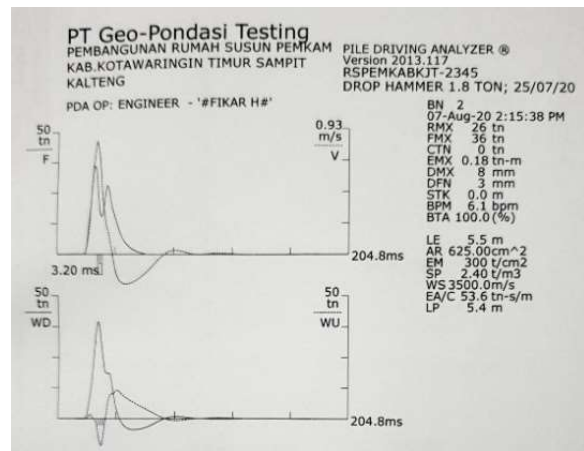
##### I. Daya dukung tiang Rusun Pemkab Kotim

Pengujian dilakukan terhadap dua buah tiang dalam keadaan sudah tertanam. Karakteristik tiang pancang uji disajikan dalam, Tabel 4.16 dibawah ini:

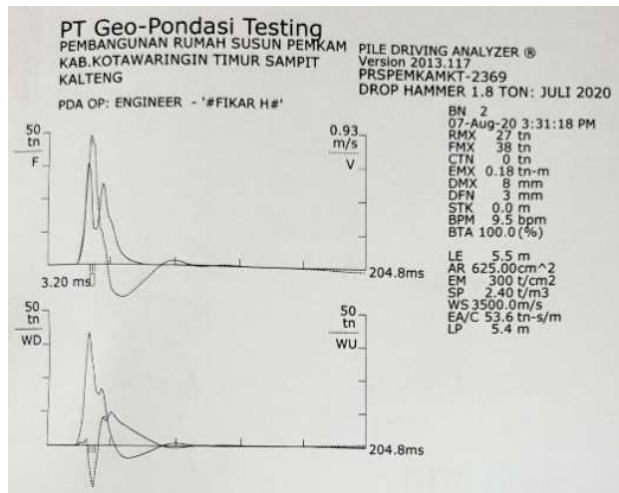
**Tabel 4.16.** Data tiang uji Rusun Pemkab Kotim

| No. tiang      | Dimensi Tiang<br>([mm];L[m]) | Panjang di bawah<br>instrumen [m] | Panjang tiang<br>tertanam [m] |
|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| PRSPKAMKT-2345 | 250.00 ; 6.00                | 5,50                              | 5,40                          |
| PRSPKAMKT-2369 | 250.00 ; 6.00                | 5,50                              | 5,40                          |

Dalam pengujian ini hammer yang digunakan adalah drop hammer 1,8 ton. Untuk grafik hasil pengujian kedua tiang uji yang dilakukan di lapangan dengan pada kedua tiang uji tersebut adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Grafik hasil pengjian PDA test Tiang Rusun Pemkab Kotim tiang PRSPKAMKT-2345



**Gambar 4.2** Grafik hasil pengujian PDA test Tiang Rusun Pemkab Kotim tiang PRSPEMKAMKT-2369

Untuk hasil pengujian tiang uji kedua yang dilakukan di lapangan dengan nomor tiang uji PRSPEMKAMKT-2369 disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 4.17** Hasil pengujian PDA test tiang PRSPEMKAMKT-2345 Rusun Pemkab Kotim

| KODE | KETERANGAN                              | NILAI  |
|------|-----------------------------------------|--------|
| BN   | Pukulan                                 | 2.00   |
| RMX  | Daya dukung tiang [ton]                 | 26.00  |
| FMX  | Gaya tekan maksimum [ton]               | 36.00  |
| CTN  | Gaya tarik maksimum [ton]               | 0.00   |
| EMX  | Energi maksimum yang ditransfer [tonm]  | 0,18   |
| DMX  | Penurunan maksimum [mm]                 | 8.00   |
| DFN  | Penurunan permanen [mm]                 | 3.00   |
| STK  | Tinggi jatuh palu [m], drop hammer      | 0.00   |
| BPM  | Pukulan per menit, drop hammer          | 6,10   |
| BTA  | Nilai keutuhan tiang [%]                | 100.00 |
| LE   | Panjang tiang di bawah instrumen [m]    | 5,50   |
| LP   | Panjang tiang tertanam [m]              | 5,40   |
| AR   | Luas penampang tiang (cm <sup>2</sup> ) | 625    |

**Tabel 4.18** Hasil pengujian PDA test tiang PRSPEMKAMKT-2369  
Rusun Pemkab Kotim

| KODE | KETERANGAN                              | NILAI  |
|------|-----------------------------------------|--------|
| BN   | Pukulan                                 | 2.00   |
| RMX  | Daya dukung tiang [ton]                 | 27.00  |
| FMX  | Gaya tekan maksimum [ton]               | 38.00  |
| CTN  | Gaya tarik maksimum [ton]               | 0.00   |
| EMX  | Energi maksimum yang ditransfer [tonm]  | 0,18   |
| DMX  | Penurunan maksimum [mm]                 | 8.00   |
| DFN  | Penurunan permanen [mm]                 | 3.00   |
| STK  | Tinggi jatuh palu [m], drop hammer      | 0.00   |
| BPM  | Pukulan per menit, drop hammer          | 9,50   |
| BTA  | Nilai keutuhan tiang [%]                | 100.00 |
| LE   | Panjang tiang di bawah instrumen [m]    | 5,50   |
| LP   | Panjang tiang tertanam [m]              | 5,40   |
| AR   | Luas penampang tiang (cm <sup>2</sup> ) | 625    |

Hasil pengujian dinamis dengan Pile Driving Analyzer (PDA) dan Analisis CAPWAP untuk kedua tiang uji yang dilaksanakan di proyek Pembangunan Rumah Susun Pemkab. Kotawaringin Timur Sampit Kalimantan Tengah, memberikan daya dukung tiang dan kondisi dalam kondisi cukup baik pada saat pengujian dan fisiensi energi drop hammer selama pengujian hasilnya disajikan dalam tabel 4.17 berikut:

**Tabel 4.17** Rekapitulasi hasil pengujian PDA test kedua tiang uji  
Rusun Pemkab Kotim

| Nomor tiang      | PDA   | CAPWAP |                   |               | Keterangan                                                   |
|------------------|-------|--------|-------------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
|                  |       | Total  | Tahanan Lengketan | Tahanan ujung |                                                              |
| PRSPEMKAMKT-2345 | 26.00 | 26,50  | 8,50              | 18.00         | Daya dukung tiang sudah termobilisasi maksimum ( $Q_{all}$ ) |
| PRSPEMKAMKT-2369 | 27.00 | 26,50  | 8.00              | 18,50         | Daya dukung tiang sudah termobilisasi maksimum ( $Q_{all}$ ) |
| Rata-rata        | 26.50 | 26.50  | 8.25              | 18.25         |                                                              |

Berdasarkan tabel 4.17 diatas hasil pengujian PDA test diperoleh rata-rata daya dukung ijin tiang untuk Rusun Pemkab Kotim adalah sebesar 26.50 Ton

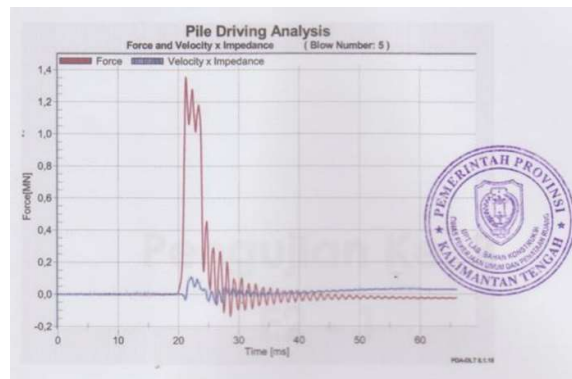
## II. Daya dukung tiang Rusun IAHN

Pengujian dilakukan terhadap dua buah tiang dalam keadaan sudah tertanam. Karakteristik tiang pancang uji disajikan dalam, Tabel 4.18 dibawah ini:

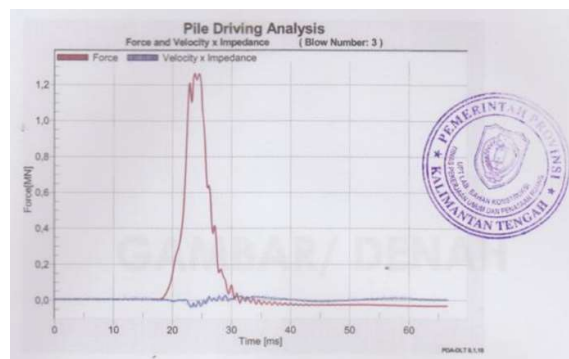
**Tabel 4.18.** Data tiang uji Rusun IAHN

| No. tiang | Dimensi Tiang<br>([mm];L[m]) | Panjang tiang di<br>bawah<br>59timate59t [m] | Panjang tiang<br>tertanam [m] |
|-----------|------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|
| E9.1      | 250.00 ; 12.00               | 0,50                                         | 10,90                         |
| E2.1      | 250.00 ; 12.00               | 0,45                                         | 10.95                         |

Dalam pengujian ini hammer yang digunakan adalah drop hammer 1,0 ton. Untuk grafik hasil pengujian kedua tiang uji yang dilakukan di lapangan dengan pada kedua tiang uji tersebut adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.3** Grafik hasil pengjian PDA test Tiang Rusun IAHN nomor tiang uji E9.1



**Gambar 4.4** Grafik hasil pengjian PDA test Tiang Rusun IAHN nomor tiang uji E2.1

Hasil pengujian dinamis dengan Pile Driving Analyzer (PDA) untuk kedua tiang uji yang dilaksanakan pada proyek Pembangunan Rumah Susun IAHN memberikan daya dukung tiang dan kondisi kedua tiang uji dalam kondisi cukup baik pada saat pengujian dan fisiensi energi drop hammer selama pengujian hasilnya disajikan dalam tabel 4.19 berikut:

**Tabel 4.19** Rekapitulasi hasil pengujian PDA test kedua tiang uji Rusun IAHN

| Nomor tiang | PDA test    |                 | Keterangan                                                                                                     |
|-------------|-------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | $Q_u$ (Ton) | $Q_{all}$ (Ton) |                                                                                                                |
| E9.1        | 109.88      | 43.952          | Hasil PDA test diperoleh daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) untuk daya dukung ijin ( $Q_{all}$ ) / SF sebesar 2.50 |
| E2.1        | 103.27      | 41.308          |                                                                                                                |
| Rata-rata   | 106.57      | 42.63           |                                                                                                                |

Berdasarkan tabel 4.19 diatas hasil pengujian PDA test diperoleh rata-rata daya dukung ijin tiang ( $Q_{all}$ ) untuk Rusun IAHN adalah sebesar 42.63 Ton

#### 4.3. Perbandingan daya dukung tiang tunggal metode Statis vs Dinamis

Dari hasil perhitungan analisa daya dukung tiang yang sudah diuraikan diatas menggunakan hasil data CPT dan SPT serta hasil PDA test selanjutnya akan dilakukan perbandingan dari hasil perhitungan tersebut adapun hasil perbandingannya diuraikan pada tabel 4.20 dan tabel 4.21 berikut:

**Tabel 4.20** Perbandingan analisa daya dukung ijin tiang metode Statis terhadap hasil pengujian PDA test (Metode dinamis) pada Rusun Pemkab Kotim

| Metode                        | Daya dukung ijin<br>(Ton) | Hasil PDA<br>Test<br>(Ton) | Selisih<br>(%) |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|
| A. Menggunakan data hasil CPT |                           |                            |                |
| 1. Mayerhof                   | 25.34                     | 26.50                      | 4.38           |
| 2. Nottingham & Schmertman    | 39.67                     |                            | 49.70          |
| 3. Aoki&Alencar               | 37.97                     |                            | 43.28          |
| <b>Rata-rata:</b>             | <b>34.33</b>              |                            | <b>32.45</b>   |
| B. Menggunakan data hasil SPT |                           |                            |                |
| 1. Mayerhof                   | 35.71                     | 26.50                      | 34.75          |
| 2. Luciano Decourt            | 41.47                     |                            | 56.49          |
| 3. Schmertman                 | 22.68                     |                            | 14.42          |
| <b>Rata-rata:</b>             | <b>33.29</b>              |                            | <b>35.22</b>   |

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.20 diatas menunjukkan perbandingan nilai daya dukung ijin tiang tunggal pada Rusun Pemkab Kotim Metode Statis vs Metode Dinamis yaitu uji lapangan PDA, dari hasil keseluruhan perhitungan didapatkan nilai selisih daya dukung ijin tiang menggunakan data hasil CPT adalah rata-rata sebesar 32.45%, untuk yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode meyerhof yaitu sebesar 4.38%. sedangkan untuk menggunakan data hasil SPT nilai rata-ratanya sebesar 35.22% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode Schmertman yaitu sebesar 14.42%

**Tabel 4.21** Perbandingan analisa daya dukung ijin tiang metode Statis terhadap hasil pengujian PDA test (Metode dinamis) pada Rusun IAHN

| Metode                        | Daya dukung ijin<br>(Ton) | Hasil PDA<br>Test<br>(Ton) | Selisih<br>(%) |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|
| C. Menggunakan data hasil CPT |                           |                            |                |
| 1. Mayerhof                   | 50.50                     | 42.63                      | 18.46          |
| 2. Nottingham & Schmertman    | 51.97                     |                            | 21.91          |
| 3. Aoki&Alencar               | 22.20                     |                            | 47.92          |
| <b>Rata-rata:</b>             | <b>41.56</b>              |                            | <b>29.43</b>   |
| D. Menggunakan data hasil SPT |                           |                            |                |
| 1. Mayerhof                   | 36.74                     | 42.63                      | 13.82          |
| 2. Luciano Decourt            | 49.58                     |                            | 16.30          |
| 3. Schmertman                 | 34.16                     |                            | 19.87          |
| <b>Rata-rata:</b>             | <b>40.16</b>              |                            | <b>16.66</b>   |

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.21 diatas menunjukkan perbandingan nilai daya dukung ijin tiang tunggal pada Rusun IAHN antara Metode Statis vs Metode Dinamis yaitu uji lapangan PDA, diperoleh nilai selisih daya dukung ijin tiang menggunakan data hasil CPT adalah rata-rata sebesar 29.43%, untuk yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode meyerhof yaitu sebesar 18.48%. Sedangkan untuk menggunakan data hasil SPT nilai rata-ratanya sebesar 16.66% dan yang paling mendekati hasil PDA test juga metode Mayerhof yaitu sebesar 13.82%.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan Analisa perhitungan kapasitas daya dukung tiang tunggal menggunakan data hasil *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir dan *Standart Penetration Test* (SPT), serta perbandingan kapasitas dukung tiang antara hasil perhitungan metode Statis dengan dengan hasil uji dinamik yaitu PDA test lapangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Besarnya rata-rata kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal metode statis menggunakan hasil data CPT untuk Rusun Pemkab Kotim Metode Mayerhof sebesar 25.34 Ton, Metode Notingham&Schmertman sebesar 39.67 Ton dan Metode Aoki&Alancer sebesar 37.97 Ton. Sedangkan untuk Rusun IAHN Metode Mayerhof sebesar 50.50 Ton, Metode Notingham&Schmertman sebesar 51.97 Ton dan Metode Aoki&Alancer sebesar 22.20 Ton. Selanjutnya rata-rata kapasitas daya dukung tiang tunggal menggunakan data hasil SPT untuk Rusun Pemkab Kotim metode Mayerhof sebesar 35.71 Ton, Metode Luciano Decourt sebesar 41.47 Ton dan Metode Schmertman sebesar 22.68 Ton, sedangkan untuk Rusun IAHN metode Mayerhof sebesar 36.74 Ton, Metode Luciano Decourt sebesar 49.58 Ton dan Metode Schmertman sebesar 34.16 Ton
2. Analisa kapasitas daya dukung ijin tiang tunggal dengan metode Dinamis yaitu uji lapangan PDA Test yang telah dilakukan lapangan untuk Rusun Pemkab Kotim Rata-rata sebesar 26.50 Ton sedangkan untuk Rusun IAHN adalah sebesar 42.63 Ton.
3. Hasil perhitungan perbandingan daya dukung ijin tiang tunggal antara metode Statis vs Dinamis untuk Rusun Pemkab Kotim menggunakan data hasil CPT adalah nilai rata-rata selisihnya adalah 32.45%, dan yang paling mendekati hasil PDA test yaitu metode meyerhof sebesar 4.38%. Sedangkan untuk data hasil SPT nilai rata-rata selisihnya sebesar 35.22% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode Schmertman yaitu sebesar 14.42%.

Pada Rusun IAHN menggunakan data hasil CPT adalah rata-rata sebesar 29.43% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode meyerhof yaitu sebesar 18.48%. Sedangkan data hasil SPT nilai rata-ratanya sebesar 16.66% dan yang paling mendekati hasil PDA test adalah metode Mayerhof yaitu sebesar 13.82%.

## **5.2. Saran**

1. Untuk analisis perhitungan daya dukung ijin tiang pada saat perencanaan berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan bila menggunakan data hasil CPT lebih baik menggunakan metode meyerhof karena selisih antara perhitungan hasil uji lapangan yaitu PDA test relative lebih kecil dan aman
2. Untuk analisis perhitungan daya dukung ijin tiang pada saat perencanaan bila menggunakan data hasil SPT disarankan lebih baik menggunakan metode Schmertman atau meyerhof karena selisih antara perhitungan hasil uji lapangan yaitu PDA test relative lebih kecil dan aman.
3. Bila perhitungan analisis daya dukung ijin tiang menggunakan metode, Nottingham&Schmertman, Aoki&Alancer, Luciano Decourt perlu memperhatikan Safety Faktornya atau memperbesar nilainya agar hasilnya nilai perbandingannya dengan uji PDA test bisa lebih mendekati nilainya dan tiang relatif lebih aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti, R., Hasrul, M. R., Rahman, M. J., Muddin, M. A. K., & Yusuf, F. A. (2023). Perbandingan daya dukung tiang pancang dengan metode empiris (standard penetration test) Mayerhof, Terzaghi, dan Vesic. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(3), 277-283.
- Anggoro, W. D. (2022). *Analisa Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Uji Lapangan Dan Program Plaxis V. 8.6 Pada Proyek Gedung Kuliah Sekolah Tinggi Agama Katolik Negeri Pontianak* (Doctoral dissertation, Universitas Tanjungpura).
- Kalogo, E., Bela, K. R., & Sianto, P. (2021). Analisis Penurunan Segera pada Pondasi Telapak Berdasarkan Nilai Daya Dukung Terzaghi, Mayerhof, Brinch Hansen, dan Vesic. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 8(1), 3-3.
- Khairi, M., Sundary, D., & Gunawan, H. (2021). DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DENGAN METODE STATIS MENGGUNAKAN DATA LABORATORIUM. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 287-293.
- Kurniawan, Y. C., Djarens, A. M., & Mabrur, M. (2022). Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 3(1), 1189-1199.
- Lazar, G. M. P., Sutrisno, W., Haza, Z. F., Manalu, G. A., & Saputra, A. (2024). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Bore-Log di Kecamatan Purwosari, Kabupaten Gunung Kidul, DI Yogyakarta. *Proceeding: Islamic University of Kalimantan*.
- Lingga, B. A., Siagian, R. N., & Tarigan, R. (2021). ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL BINJAI-LANGSA SEKSI BINJAI-PANGKALAN BRANDAN STA. 12+ 300. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, 2(1), 232-243.
- Pratama, M. I., &

- Bhaskara, A. (2020). Komparasi biaya dan waktu pekerjaan tiang pancang metode hydraulic static pile driver dengan drop hammer. *Reviews in Civil Engineering*, 4(2).
- MUHAMMAD NST, A. N. D. R. E. Y. (2024). *PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN DATA SONDIR DAN SPT DENGAN METODE ELEMEN HINGGA PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN SEKOLAH TEOLOGI ANUGERAH MISI KABUPATEN NIAS BARAT (Studi Kasus)* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara).
- PP, Y. W., & Setyanto, D. (2024). Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data N-SPT dan CPT Studi Kasus: Proyek Pembangunan Stasiun Kereta Cepat Jakarta-Bandung. *Jurnal Praktik Keinsinyuran*, 1(02), 81-94.
- Rohman, A. F. Q. (2022). *Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Pekerja Industri Batang I* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Rus, T. Y., Sunarno, S., & Irwaniansyah, F. E. N. A. (2021). Analisa Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Uji Laboratorium, N-SPT, Dan CPT Terhadap Nilai Uji Pile Driving Analyzer (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Pt. Kaltim Amonium Nitrat Di Kota Bontang). *Prosiding SNITT Poltekba*, 5, 17-23.
- Sagita, M. A., Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2020). Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Hasil Uji SPT Dan Uji Beban Dinamis Pada Proyek Penggantian Jembatan Baturusa. In *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE* (Vol. 4, pp. 1-1).
- Santoso, H. T., & Hartono, J. (2020). Analisis perbandingan daya dukung pondasi tiang pancang berdasar hasil uji SPT dan pengujian dinamis. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*, 4(1), 31-38.
- Silaban, R. S. Bearing Capacity Of Galam Wooden Foundation On Soft Soil And Peat In Central Kalimantan. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(4), 1532-1541.

Tarigan, R. G. (2023). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile pada Pembangunan Gedung Menara BRI Medan.

Veronica, C., & Sutandi, A. (2025). PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN UJI SONDIR DAN TES PDA DI PROYEK RUKO X. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. Wismantaraharjo, M. T., Gandi, S., & Sarie, F. (2020). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Tiang Pancang Kelompok Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 3(2), 198-207.