

# PENGARUH WAKTU TERHADAP PENINGKATAN KAPASITAS TIANG PANCANG PADA TANAH LEMPUNG LUNAK (STUDI PENELITIAN)

Oleh:

Josua Lumban Gaol <sup>1)</sup>

Elfrijo Sinaga <sup>2)</sup>

Semangat Debataraja <sup>3)</sup>

M. Endayanti <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail :

[josuamarbun13@gmail.com](mailto:josuamarbun13@gmail.com) <sup>1)</sup>

[elfrijo99@gmail.com](mailto:elfrijo99@gmail.com) <sup>2)</sup>

[semangattadebataraja@gmail.com](mailto:semangattadebataraja@gmail.com) <sup>3)</sup>

[endayanti22@gmail.com](mailto:endayanti22@gmail.com) <sup>4)</sup>

## ABSTRACT

*Soft soil in construction is often a problem. This is due to the low bearing capacity of the soil. Soft soil is a cohesive soil consisting of most of the grains with large compression, small permeability coefficient and low bearing capacity when compared to other clays. Buildings erected on clay soil must be controlled for the amount of consolidation settlement, because the settlement in this soil requires a very long and large compression process. To overcome these problems, soil improvement work is needed. This research was conducted by making a friction pile made of concrete containing reinforcement and of wood with a laboratory scale which will be installed in a tub filled with soft soil, with rough and plain piles, the model of the pile is then tested for its carrying capacity by loading testing. . Therefore, a study was conducted to determine the effect of time on increasing pile capacity in soft clay soils. Based on the results of the research that has been described, several conclusions can be drawn: Among the four piles that received the greatest bearing capacity at 0 days was coarse concrete, while the largest pile bearing capacity at 16 days was coarse concrete and rough wood which had high strength. the same support that is equal to 19,863 kg. The pile roughness can affect the pile bearing capacity. The difference in the surface roughness of the pile can affect the level of interaction between the soil particles and the pile. After 16 days the bearing capacity of the rough wooden piles has a difference of 4.16 kg against the plain wood piles, while the rough concrete has a difference of 4.16 kg against the plain concrete piles*

**Keywords:** *piles, clay.*

## ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi terutama bagian pondasi, tanah lunak sering kali menjadi permasalahan utama. Yang membuat permasalahannya karena tanah lunak tidak mempunyai daya dukung yang tinggi guna menahan tekanan suatu konstruksi. Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir – butir yang halus yang mengakibatkan tanah tersebut cukup lembek sehingga daya dukungnya tidak tinggi, koefisien permaabilitas kurang besar serta justru memiliki daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya. Bangunan yang didirikan diatas tanah lempung harus dikontrol terhadap besarnya penurunan konsolidasi, karena penurunan pada tanah ini proses pemampatannya membutuhkan waktu yang sangat lama dan besar. Untuk menangani permasalahan tersebut, harus dilakukan pekerjaan perbaikan tanah. Pengujian kapasitas tiang tersebut dicoba dengan membuat tiang friksi (friction pile) terbuat dari beton yang diberi tulangan dan dari kayu, dengan tiang

kekasaran dan polos, dengan menggunakan variasi tiang tersebut kemudian tes daya dukungnya dengan melakukan pengujian pembebanan. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap peningkatan kapasitas tiang pancang pada tanah lempung lunak. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu diantara empat tiang pancang yang mendapat daya dukung yang paling besar di 0 hari adalah beton kasar, sedangkan daya dukung tiang yang paling besar di 16 hari adalah beton kasar dan kayu dimana memiliki daya dukung yang sama yaitu sebesar 19,863 kg. Kekasaran tiang dapat berpengaruh terhadap kapasitas dukung tiang. Dengan adanya variasi selimut tiang dapat memberikan perbedaan tingkat gesekan antara tanah terhadap tiang. Setelah 16 hari kapasitas dukung tiang kayu kasar memiliki selisih terhadap tiang kayu polos sebesar 4,16 kg, sedangkan pada beton kasar memiliki selisih terhadap tiang kayu polos sebesar 4,16 kg, sedangkan pada beton kasar memiliki selisih terhadap tiang beton polos sebesar 4,16 kg.

**Kata Kunci: Tiang Pancang, Tanah Lempung**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 latar belakang

Pondasi dalam merupakan elemen konstruksi yang bisa terdiri dari kayu tertentu, beton, dan baja, yang berfungsi sebagai penerus tekanan konstruksi permukaan ke tingkat – tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah. Proses tersebut merupakan pembagian secara vertikal dari tekanan sepanjang poros tiang pancang atau penggunaan beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung pondasi tersebut.

Pondasi dalam merupakan bagian struktur yang fungsi utamanya untuk meneruskan beban konstruksi ke tanah, baik beban dalam arah vertikal maupun horizontal. Penggunaan pondasi dalam pada suatu bangunan dipilih apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya,

atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya tetapi letaknya sangat dalam. Pondasi dalam diklasifikasikan berdasarkan kekuatan bahan material dan cara pemakaiannya dalam suatu konstruksi. Berdasarkan kekuatan bahan material yang dipakain dalam konstruksi, pondasi dalam diklasifikasikan dalam empat jenis yaitu tiang pancang kayu, tiang pancang beton, tiang pancang baja dan tiang pancang komposit (kayu – beton dan baja – beton).

Tanah lunak dalam dunia konstruksi sering kali menjadi kendala utama dalam proses pembangunan. Hal ini dikarenakan oleh kurang tingginya daya dukung tanah tersebut. Untuk menangani kendala tersebut, untuk itu perlu melakukan peningkatan mutu. Tanah lunak memiliki butir halus yang terdiri dari sebagian besar butir – butir yang kemampuannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan

mempunyai daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya. Gedung yang dibangun diatas tanah lempung harus diperiksa terhadap besarnya penurunan konsolidasi, karena penurunan pada tanah ini proses pemampatannya membutuhkan waktu yang sangat lama dan besar. Pondasi tiang pancang adalah pondasi yang umum dipakai pada tanah lempung dan mempunyai kapasitas yang berbeda pada panjang, diameter maupun variasi kekasaran permukaan sehingga perlu ditinjau pengaruh kapasitasnya. Peninjauan kapasitas tiang salah satu hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan pondasi terutama pondasi yang diletakkan diatas tanah lempung. Karena apabila hal ini tidak diperhatikan akan berakibat kegagalan struktur.

Pengujian ini dipraktekkan menggunakan cara membuat tiang friksi (friction pile) dimana tiang pondasinya dibuat dengan beton yang berisi tulangan dan dari kayu dengan skala laboratorium yang akandipasang pada sebuah bak yang berisi tanah lunak, denagan tiang kekasaran dan polos, model tiang tersbut kemudian diuji daya dukungnya dengan pengujian pembenanan. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh waktu terhdapa peningkatan kapasitas tiang pancang pada tanah lempung lunak. Kendala yang selalu muncul pada daya

dukung tanah lunak sangat kecil, oleh karena itu perlu dilakukan peningkatan daya dukung digunakan fondasi tiang yang menggunakan berbagai variasi kekasaran pada permukaan tiang dengan waktu pengujian pemebebanan yang telah ditetapkan yaitu 0, 4, 8, dan 16 hari. Perbedaan waktu setelah dilakukan pemancangan sebagai bentuk untuk pemulihan perilaku tanah yang terganggu saat proses pemancangan, sehingga dapat mengetahui perubahan daya dukung yang dihasilkan fondasi tiang kekasaran dan polos.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat diuraikan dari penelitian ini, diantaranya adalah:

- 1) Pengaruh penurunan yang terjadi dari pembeban.
- 2) Metode yang digunakan dalam menentukan seberapa besar kapasitas tiang.
- 3) Daya dukung tiang akibat dari pemebebanan terhadap kestabilan tanah.
- 4) Perbandingan hasil pengujian pada model tiang.
- 5) Pengaruh waktu terhadap peningkatan kapasitas daya dukung tiang yang digunakan pada pengujian.
- 6) Analisa daya dukung pondasi dengan model tiang polos dan tiang kekasaran.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah perlu penulisana tugas akhir agar tidak meluas dari pokok pembahasan. Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan pemodelan fisik.
2. Penelitian ini dilakukan menggunakan dua jenis tiang.
3. Penelitian ini tidak memperhitungkan pengaruh air tanah dan daya dukung tanah.
4. Pemodelan di dalam box yang berukuran 120 x 90 x 50 cm.
5. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung
6. Kepadatan yang digunakan menggunakan kepadatan tanah hasil pemadatan di laboratorium.
7. Pengaruh jarak dari tiang ke dinding box tidak diperhitungkan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. untuk mengetahui perbedaan analisis grafik antara beban dan penurunan.
2. membandingkan hasil pengujian tiang kekasaran dan tiang polos.
3. untuk mengetahui hasil pengaruh waktu terhadap peningkatan kapasitas daya dukung tiang

### 1.5 Manfaat Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan mengikuti langaka – langkah sebagai berikut:

1. pengambilan/pengambilan data lab berupa hasil dari beberapa percobaan yang dilakukan selama penelitian.

2. merujuk pada studi literature dan referensi data sekunder dari berbagai sumber.

### 1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Beberapa cara dilakukan antara lain:

#### a. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mendapatkan hasil perbandingan analisa antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah (berat kering tanah) tersebut dan dinyatakan dalam persen (%).

#### b. Pengujian Berat Jenis (GS)

berat jenis adalah perbandingan relative anantara massa jenis suatu zat dan massa jenis air murni. Berat jenis suatu zat merupakan perbandingan berat zat tersebut terhadap volumenya ( $N/m^3$ ).

#### c. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan. Dimana diameter nominal adalah ukuran lubang test saringan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Tanah

Pengertian “Tanah” pada mekanika tanah yang dimaksud, supaya merangkum seluruh yang berkaitan dengan tanah lempung (*clay*) hingga yang berangkal (batu – batu yang besar). Pada kehidupan didunia ini tanah memiliki peran yang sangat besar dalam berlangsungnya kehidupan. Keseluruhan jenis tanah dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut atau dikenal dengan istilah pori (*voids*).

#### 2.1.1 Tanah Lunak

Jenis tanah ini memiliki kohesif yang memiliki tekstur hampir seluruh butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Karakter jenis tanah ini yaitu gaya gesernya kecil, kemampatannya besar, koefisien permeabilitas tidak terlalu besar dan juga daya dukungnya kurang memadai kalau kita buat perbandingan antara tanah lempung lainnya.

#### 2.1.2 Tanah Lempung

Lempung adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang memiliki tekstur lempengan – lempengan pipih yang memiliki partikel – partikel dari mika, mineral – mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral – mineral yang sangat halus lain

#### 2.1.3 Tanah Lanau

Lanau merupakan salah satu jenis tanah peralihan antara lempung dan pasir – halus. Sedikit plastis yang sangat mudah dimasuki air pada lempung dan menunjukkan tekstur dilatansi yang tidak terdapat pada lempung.

### 2.2 Perbaikan Dan Perkuatan Tanah

Perbaikan tanah diartikan sebagai suatu inklusi (pemasukan/ penggabungan) elemen-elemen penahan ke dalam massa tanah yang berfungsi untuk menaikkan perilaku mekanis massa tanah. Tujuan utama perkuatan dengan geotekstil merupakan penyediaan stabilitas kekuatan tanah sampai suatu waktu dimana tanah lunak di bawah timbunan mengalami konsolidasi (dan meningkatnya kekuatan geser tanah) sampai mempunyai cukup kekuatan untuk menahan beban timbunan di atasnya

### 2.3 Teori Pondasi

Pondasi adalah salah satu bagian dari struktur bangunan yang berada paling bawah, yang berfungsi untuk melangsungkan beban bangunan di atasnya ke tanah dasar di bawahnya. Pondasi secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. pondasi dangkal
- b. pondasi dalam

### 2.4 Daya Dukung Pondasi Dangkal

Untuk menganalisa daya dukung pondasi ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu:

- a. Daya dukung pondasi dangkal menurut terzaghi

- b. Daya dukung pondasi dangkal menurut mayerhof

### **2.5 Pondasi Tiang Pancang**

Dalam melakukan perencanaan pondasi gedung atau bangunan lain ada dua yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. Daya dukung tanah, apakah lapisan tanah yang bersangkutan kuat untuk menahan beban tanpa terjadi keruntuhan akibat terjadinya pembebanan. Tentu hal ini sangat bergantung pada kekuatan geser tanah.
- b. Penurunan yang akan terjadi, yang diakibatkan dari pebebanan.

Menurut kekuatan bahan material yang dipakai, pondasi dalam dibedakan menjadi empat yaitu tiang pancang kayu, tiang pancang beton, tiang pancang baja dan tiang pancang composite (kayu – beton dan baja – beton),

### **2.6 Kapasitas Tiang Tunggal**

Kapasitas tiang tunggal adalah kemampuan atau kapasitas dukung tiang dalam mendukung beban. Kapasitas dukung membuktikan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang gesernya.

- a. Daya dukung tiang

Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

- a. Tiang dukung ujung (*end bearing pile*)
- b. Tiang gesek (*friction pile*)

### **2.7 Pemadatan Tanah**

Pemadatan tanah harus dilaksanakan bilamana kadar air berada dalam rentang 3% di bawah kadar air optimum sampai 1% di atas kadar air optimum. Lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95% dari kepadatan kering maksimum yang ditentukan.

### **2.8 Penurunan Tanah Dan Podasi**

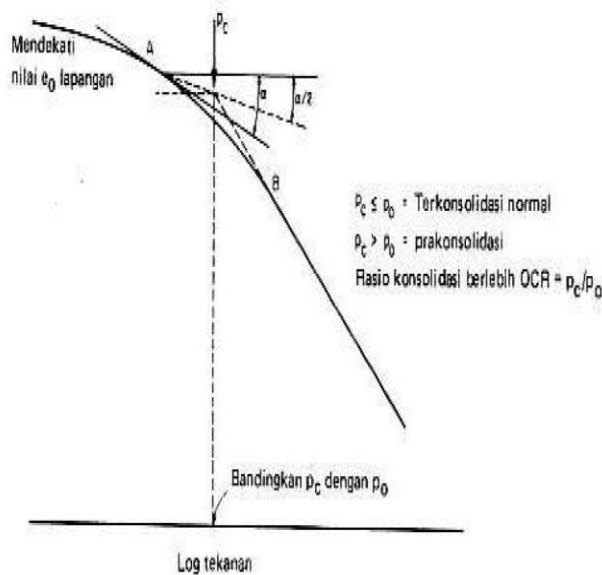
Penurunan memperlihatkan runtuhnya suatu konstruksi akibat kompresi dan deformasi lapisan tanah dibawah bangunan. Penurunan dapat terjadi jika susunan tekstur tanah menerima tekanan. Penurunan juga dapat diakibatkan oleh sebaran tanah lunak (lempung) yang terdapat dibawah permukaan tanah

1. penurunan seketika ( immediately settlement)

Penurunan seketika adalah penurunan yang langsung terjadi begitupembebanan bekerja atau dilaksanakan, biasanya terjadi berkisar antara 0 – 7 hari dan terjadi pada tanah lanau, pasir dan tanah liat yang mempunyai derajat kejenuhan (  $S_r$  % ) < 90%.

Apabila terjadi suatu lengkungan meningkat secara cepat yang mengakibatkan (patah) mendekati tekanan tanah efektif akibat beban yang berada

diatasnya ( $P_0$ ), maka hal tersebut bisa dinyatakan bahwa tanah tersebut terkonsolidasi normal. Dalam artian struktur dalam tanah tersebut bisa berbentuk karena pemasukan yang terjadi semakin kedalam. Tanah terkonsolidasi normal adalah tanah yang tidak pernah menderita beban tegangan efektif yang lebih besar dari tegangan yang ada sekarang.

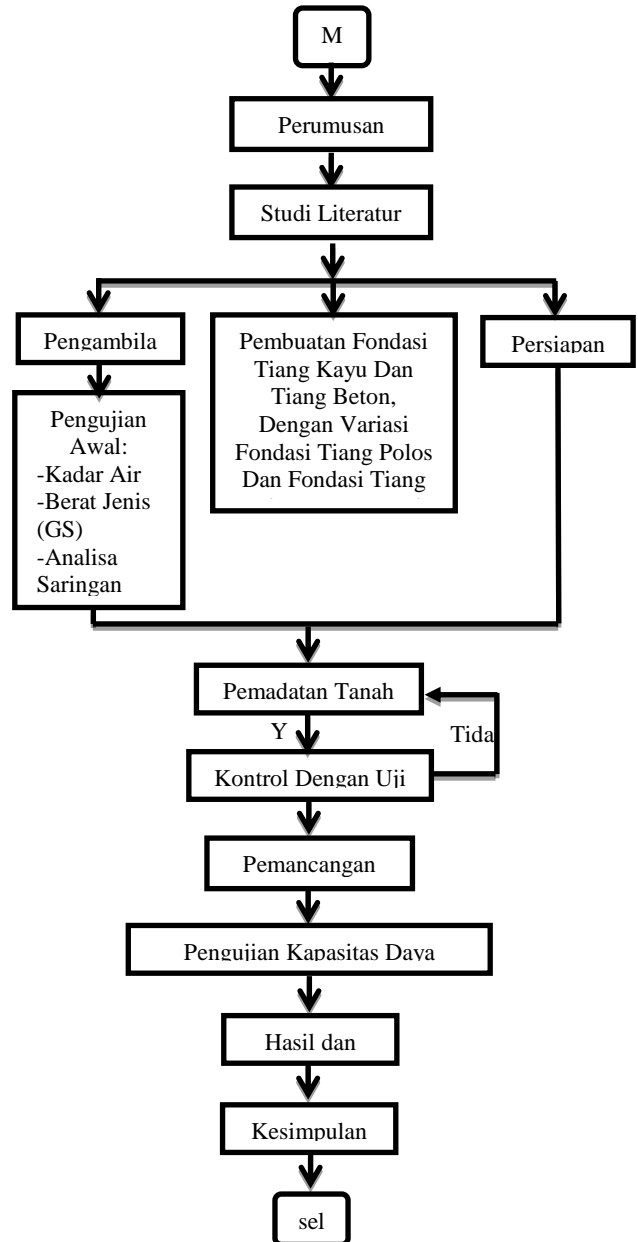


Gambar 1 Metode *Cassagrande* Untuk Menentukan Jenis Konsolidasi

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

Adapun alur pengerjaan penelitian ini dapat digambarkan seperti bagan alur dibawah ini:



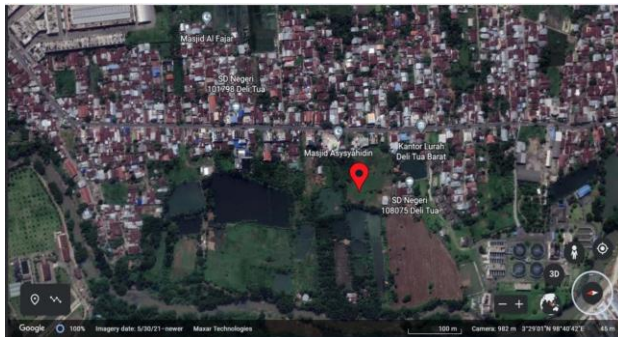
Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

#### 3.2 Peralatan Dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan sebagian besar peralatanya dari lab dimana pengujian dilakukan, sementara bahan bahan dan pengujiaanya diambil dari dari berbagai tempat terpisah.

##### 1. Bahan Penelitian

Adapun lokasi pengambilan tanah lempung lunak yang diuji berasal dari Delitua Pamah Kecamatan Delitua Barat, Kabupaten Deliserdang, dengan titik koordinat 3°29'01"N 98°40'42"E.



Gambar 3 Lokasi Pengambilan Tanah Lempung Lunak

a. Sampel Tanah Lempung Lunak

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Medan. Pengambilan dilakukan dengan menggunakan sekop dan cangkul yang kemudian diisi ke dalam karung dan dibawa ke laboratorium Mekanika Tanah ITM menggunakan mobil pick up.



Gambar 4 Tanah Lempung

b. Kayu

Dalam penelitian ini perkuatan yang digunakan adalah kayu nangka. Kayu yang

dibuat menjadi grid kayu berasal dari daerah delitua pamah, ada 2 pemodelan tiang kayu yang digunakan yaitu model tiang pancang dengan variasi kekasaran penuh dan permukaan polos, dengan panjang tiang 35 cm diameter 2,2 cm.



Gambar 5 Pondasi Tiang Kayu

c. Tiang Beton

Tiang beton yang digunakan adalah permodelan pondasi dangkal dengan skala 1:10. Tiang beton dibuat dengan campuran 1 Semen : 2 Pasir dan dicampur dengan air, Tinggi tiang beton yang digunakan yaitu 35 cm dengan diameter tiang yaitu 2,2 cm. ada 2 pemodelan tiang beton yang digunakan yaitu model menggunakan variasi permukaan kekasaran keseluruhan dan permukaan polos.



Gambar 6 Tiang Beton



## 2. Peralatan Untuk Pengujian Tiang

Ada beberapa peralatan dan bahan yang diperlukan sebelum melakukan uji bahan, diantaranya:

### a. Box Pengujian

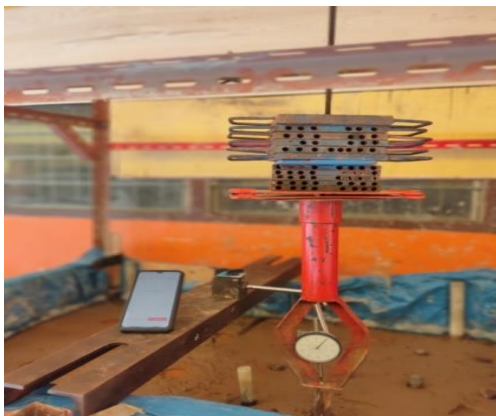
Box ini berukuran panjang 90 cm, lebar 1,2 m dan tinggi 1,9 m. Gambar dibawah ini menunjukkan alat model 3 dimensi.



Gambar 7 Box Pengujian

### b. Alat Uji Frame

Alat uji penetrasi Frame pemberat laboratorium ini berfungsi sebagai alat untuk menguji tanah stabilisasi dengan waktu yang telah ditentukan lalu dipadatkan kedalam lubang dengan ukuran diameter dan tebal yang sudah ditentukan dalam bak uji.



### Gambar 8 Alat Uji Frame

### c. Stopwatch

*Stopwatch* digunakan untuk menentukan waktu pada saat pengujian



Gambar 9 Stopwatch

### d. Magnetic Base

Magnetic base adalah alat yang digunakan untuk dudukan dial deformasi yang di lengketkan pada besi pemodelan yang ada di box pengujian.



Gambar 10 Magnetic

### e. Dial (*Manomoeter*)

Dial berfungsi untuk mengukur besarnya deformasi penurunan akibat beban yang diberikan. Jumlah dial yang digunakan yaitu 1 buah dengan kapasitas 50 mm dan ketelitian 0,01 mm.



Gambar 11 Dial

f. Besi Sondir

Besi sondir digunakan sebagai alat pendukung untuk meletakkan dial magnetic.



Gambar 12 Besi Sondir

g. Terpal

Terpal digunakan sebagai pelapis untuk meletakkan tanah pada box pengujian.

h. Pipa PVC

Pipa PVC berfungsi sebagai drainase yang dipasang pada setiap sudut didalam box pengujian. Pipa PVC yang digunakan adalah diameter  $\frac{3}{4}$  inch. Setiap pipa dilubangi dan diberi kertas saring.



Gambar 14 Pipa PVC

Ada beberapa bahan penelitian yang digunakan. Tabel 1 menunjukkan bahan penelitian yang digunakan saat penelitian.

Tabel 1 Bahan – Bahan Penelitian

Bahan Penelitian	Jumlah yang digunakan	Satuan
Tanah Lunak	$\pm 850$	kg
Box Pengujian	90 x 120 x 190	cm
Magnetic Base	1	buah
Besi Sondir	1	buah
Terpal	1	buah
Dial	50	mm
Pipa PVC	$\frac{3}{4}$	inch
Tiang Baja	8	buah
Tiang Kayu	8	buah

3. Peralatan Dan Bahan Pengujian Core Cutter

Ada beberapa peralatan dan bahan yang diperlukan sebelum melakukan uji bahan, diantaranya:

1. Ring
2. Spatula
3. Timbangan
4. Gelas Ukur
5. Cawan
6. Oven

4. Peralatan dan Bahan Pengujian Unconfined

Ada beberapa peralatan dan bahan yang diperlukan sebelum melakukan uji bahan, diantaranya:

1. Alat unconfined
2. Dial manometer
3. Ring
4. Spatula
5. Timbangan
6. Gelas ukur
7. Cawan
8. Oven

### 3.3 Standar Pengujian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan pengujian pembebanan melalui peletakan beban pada tiang yang telah dipancang oleh plat dengan berat tertentu. Tiang yang digunakan berjumlah 4 (empar) tiang dengan diameter 2,2 dan dengan panjang 35 cm. Model pondasi menggunakan jenis kayu dan beton. Tanah lunak dipadatkan dalam bak pengujian yang terbuat dari fiber berukuran panjang 120 cm, lebar 90 cm, dan tinggi 90 cm. Uji dilakukan dengan memberikan beban tekan pada setiap tiang yang digunakan. Untuk tiap pengujian beban tekan ditulis data pembacaan dial deformasi secara vertikal.

### 3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian pendahuluan sesuai standar tersebut meliputi:

- a. Pengujian kadar air untuk mengetahui kadar air sesuai aturan pengujian ASTM D 2216-92.

- b. Pengujian Density Test untuk mengetahui berat isi, angka pori derajat kejenuhan suatu sampel tanah.
- c. Pengujian berat jenis basah tanah untuk mengetahui berat jenis basah tanah sesuai aturan pengujian ASTM D 4253-91.
- d. Pengujian berat jenis (Gs) untuk mengetahui berat jenis butiran tanah dengan acuan standar ASTM D 854-92.
- e. Pengujian analisa saringan untuk mengetahui besarnya sudut geser dalam yang akan digunakan untuk menghitung besarnya kapasitas dukung secara teoritis mengikuti ASTM D-3080-90.
- f. Pengujian atterberg limit meliputi batas cair dan batas plastis sesuai aturan pengujian ASTM D-4318-84.

1. Kadar Air Tanah Sebelum Dipadatkan.

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak kandungan air di dalam tanah uji tersebut.

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

Maka : Kadar air rata – rata = (kadar air cawan 1 + kadar air cawan 2) / 2

2. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos

saringan no 4 dengan menggunakan labu ukur.

$$GS = \frac{A}{C} = \text{gr/cm}^3$$

### 3. Pengujian Berat Isi

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui berat isi, angka pori derajat kejenuhan suatu sampel tanah.

Analisa data:

$$\text{Berat isi tanah basah} = \frac{\text{berat tanah basah}}{\text{volume ring (tanah basah)}}$$

-

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

-

$$\text{Berat isi tanah kering} = \frac{\text{berat isi tanah basah}}{1 + \text{kadar air}}$$

-

$$\text{Volume tanah kering} = \frac{\text{berat tanah kering}}{\text{berat jenis (Gs)}}$$

-

$$\text{Derajat kejenuhan (Sr)} = \frac{\text{berat air}}{\text{isi pori}} \times 100\%$$

-

$$\text{Porositas} = \frac{\text{isi pori}}{\text{volume ring (tanah basah)}} \times 100\%$$

-

$$\text{Angka pori} = \frac{\text{porositas}}{1 - \text{porositas}}$$

-

### 4. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan saringan no 200. Persentase jumlah tertahan:

$$\text{Persentase jumlah tertahan} = \frac{\text{berat tertinggal}}{\text{berat total}} \times 100\%$$

### 5. Pengujian Liquid Limit

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara cassagrande yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Analisa data:

$$- \text{Kadar air (w)} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

$$- \text{Kadar air rata-rata} = \frac{\text{kadar air sampel (1a)} + \text{kadar air sampel (1b)}}{\text{berat tanah kering}}$$

### 6. Pengujian Plastic Limit

Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kadar air tanah pada batas keadaan plastis dan keadaan semi padat (batas plastis) yang akan digunakan untuk menentukan jenis, sifat dan klasifikasi tanah. Analisa data:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

### 7. Pengujian Hydrometer

Hal ini bertujuan untuk menentukan ukuran dan susunan butir (gradasi) tanah yang lolos saringan no 200. Analisa data:

$$\text{Kalibrasi} = 1,00$$

$$\text{Persentase mengendap} = \frac{\text{kalibrasi} \times \text{pembacaan terkoreksi}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$$

Dari percobaan hidrometer didapat hasil sebagai berikut :

$$- \text{Persentase tertahan saringan no 200} \\ = 99,64 \%$$

$$- \text{Persentase lolos saringan no 200} \\ = 0,36 \%$$

- Persentase lewat terhadap seluruh saringan no 200 = 498,21 gr

#### 8. Pengujian Geser Langsung

Hal ini bertujuan sebagai acuan awal dalam pengujian geser langsung, dengan tahap pengujian ini secara langsung terkonsolidasi dengan drainase pada uji tanah dan dapat memperoleh hasil parameter kekuatan geser tanah terganggu atau tanah tidak terganggu yang terkonsolidasi, dan uji geser dengan diberi ruang untuk berdrainase dan kecepatan geser tetap. Analisa data:

#### Horizontal shear test (T) Luas ring A

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak

Untuk mendapatkan sifat-sifat tanah penelitian ini melakukan pengujian sifat fisik seperti pengujian berat jenis ( $G_s$ ), kadar air, analisa saringan ( $S_a$ ), *atterberg limit*. Setelah dilakukan pengujian sifat fisik dan tanah lempung menghasilkan data yang dapat dilihat pada Tabel 2.

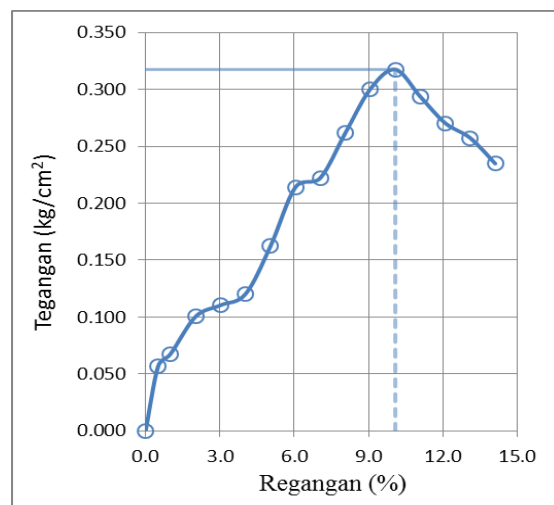
Tabel 2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung

Sifat dan Karakteristik Tanah	Satuan	Hasil
Kadar Air ( $w$ )	%	52,56
Specific Gravity ( $G_s$ )	-	2,49

Lolos Saringan No 200 (Sieve Analysis )	%	99,64
Batas Cair (LL)	%	38,83
Batas Plastis (PL)	%	36,07
Indeks Plastisitas (IP)	%	2,41
Kohesi (c)	Kg/cm <sup>2</sup>	0,137
Lempung	%	47,59
Lanau	%	52,05
Pasir Halus	%	0,36

### 2. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Dan Tanah Lempung Lunak

Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) untuk material tanah asli didapatkan hasil dengan jumlah nilai kuat tekan  $Q_u = 0,371$  kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat geser  $C_u (0,5 \times q_u) = 0,158$  kg/cm<sup>2</sup>, dari hasil pengujian didapatkan garfik seperti terlihat pada Gambar 15.



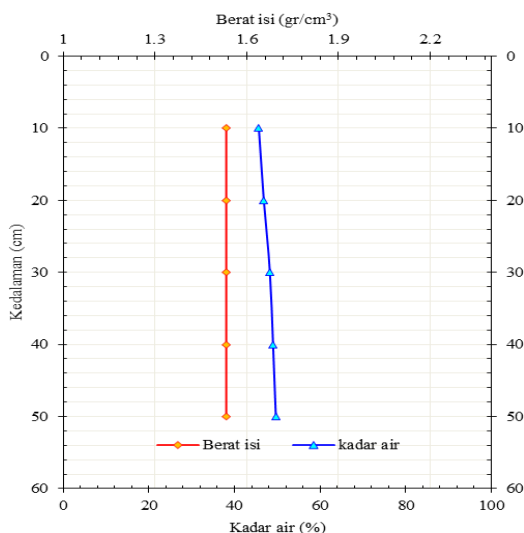
Gambar 15 Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*) Tanah Asli



Gambar 15 diatas menunjukkan hasil pemadatan kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) material tanah asli didapatkan nilai kuat tekan  $q_u = 0,317 \text{ kg/cm}^2$  dan untuk kuat geser sebesar  $C_u (0,5 \times q_u) = 0,158 \text{ kg/cm}^2$ , keruntuhan benda uji terjadi pada saat regangan sebesar 10,1% dari Gambar 15 dapat digolongkan sebagai konsistensi tanah lempung lunak.

### 3. Hasil Uji Kepadatan Tanah Dalam Bak Uji

Hasil uji kepadatan tanah dalam bak uji menggunakan alat uji *core cutter* dapat dilihat pada gambar 16. Berdasarkan hasil pengambilan data uji kepadatan yang dilakukan disetiap kedalaman 10 cm sejumlah 5 (lima) titik. Berat isi basah rata-rata dari permukaan tanah sampai kedalaman 50 cm sebesar  $1,533 \text{ gr/cm}^3$ . Dengan demikian kadar air tanah lempung lunak dalam bak uji didapatkan sebesar 47,89% mendekati kadar air tanah asli di lapangan sebesar 63,81%.



Gambar 16 Hasil Uji Core Cutter Tanah Lempung Lunak Dalam Bak Uji

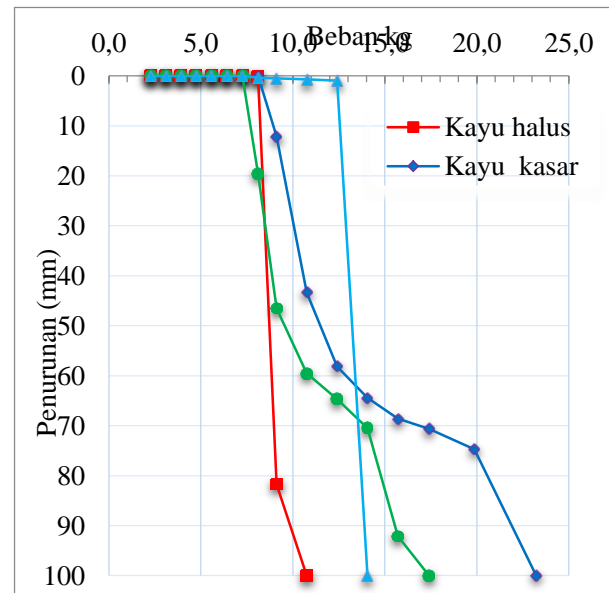
### 4. Hasil Pengujian Tiang

Setiap pengujian model pondasi tiang pancang polos dan tiang pancang kasar dilakukan di setiap hari pengujian 0, 4, 8, dan 16 hari.

#### a. Hasil Pengujian Tiang 0 Hari

Tabel 3 Hasil pembacaan dial 0 hari

Jenis Tiang	PEMBACAAN DIAL PADA BEBAN (kg)															
	2,276	0,825	0,825	0,811	0,838	0,840	0,847	0,848	1,000	1,643	1,650	1,650	1,690	2,470	3,370	
Kayu Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	81,72	100,00						
Kayu Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,15	43,36	58,16	64,45	68,60	70,61	74,71	
Beton Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,57	46,52	59,53	64,68	70,47	92,12	100,00		
Beton Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,51	0,67	0,93	100,00					

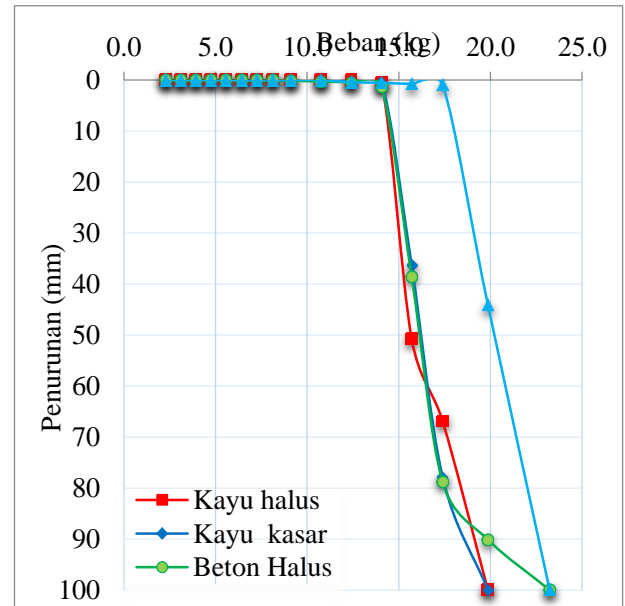


Gambar 17 Pengujian Penurunan (mm) Dengan Beban (kg)

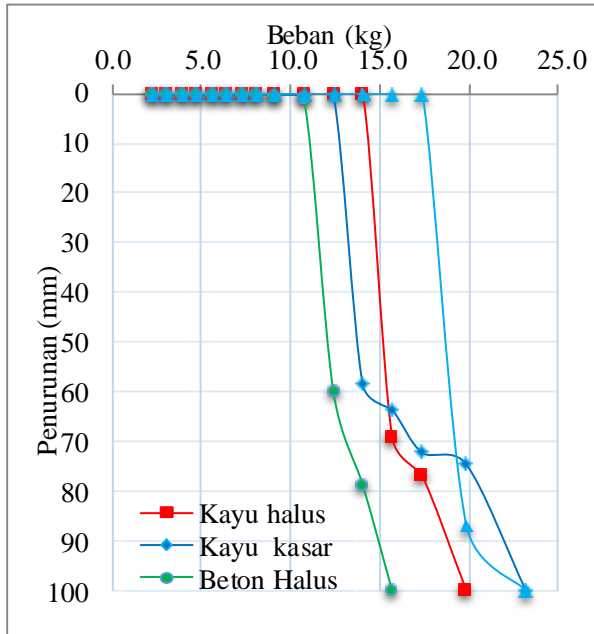
#### b. Hasil Pengujian Tiang 4 Hari

Tabel 4 Hasil pembacaan dial 4 hari

Jenis Tiang	PEMBACAAN DIAL PADA BEBAN (kg)																
	2,276	0,825	0,825	0,811	0,838	0,840	0,847	0,848	1,000	1,643	1,650	1,650	1,650	1,690	2,470	3,370	
Kayu Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,10	76,98	100,00	
Kayu Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,30	63,40	72,04	74,40	100,00
Beton Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	1,11	59,91	78,75	100,00					
Beton Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	86,87	100,00	



Gambar 19 Pengujian Penurunan (mm) Dengan Beban (kg)



Gambar 18 Pengujian Penurunan (mm) Dengan Beban (kg)

c. Hasil Pengujian 8 Hari

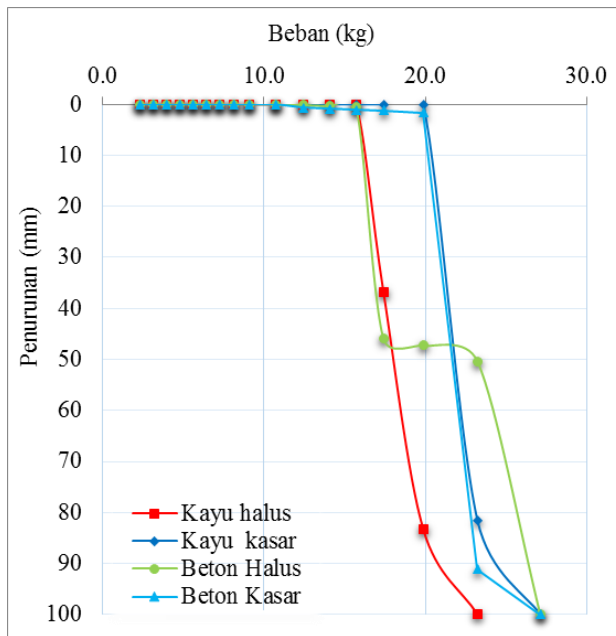
Tabel 5 Hasil pembacaan dial 8 hari

Jenis Tiang	PEMBACAAN DIAL PADA BEBAN (kg)																
	2,276	0,825	0,825	0,811	0,838	0,840	0,847	0,848	1,000	1,643	1,650	1,650	1,650	1,690	2,470	3,370	
Kayu Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	50,76	66,90	100,00		
Kayu Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,36	36,36	77,86	100,00			
Beton Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,29	0,50	1,31	38,55	78,84	90,10	100,00		
Beton Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,55	0,77	0,97	44,10	100,00			

d. Hasil Pengujian Tiang 16 Hari

Tabel 6 Hasil pembacaan dial 16 hari

Jenis Tiang	PEMBACAAN DIAL PADA BEBAN (kg)																
	2,276	0,825	0,825	0,811	0,838	0,840	0,847	0,848	1,000	1,643	1,650	1,650	1,650	1,690	2,470	3,370	3,885
Kayu Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,71	83,27	100,00	0,00
Kayu Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,66	100,00
Beton Halus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,35	0,57	45,87	47,28	50,44	100,00
Beton Kasar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,92	1,04	1,22	1,65	91,12	100,00



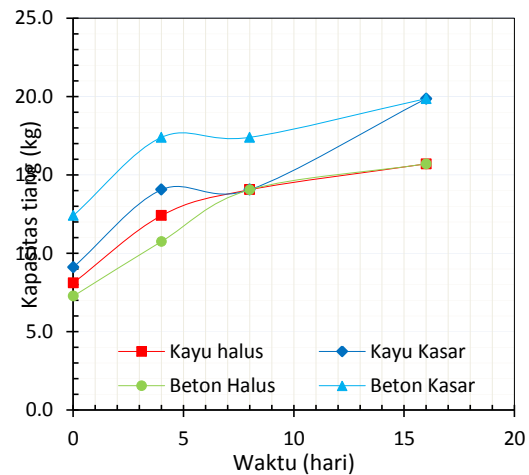
Gambar 20 Pengujian Penurunan (mm) Dengan Beban (kg)

### 5. Kapasitas Tiang Berdasarkan Pengamatan

Dari pengujian pembebanan tiang dengan ukuran diameter 2,2 cm dan panjang 35 cm langsung menghasilkan kapasitas tiang seperti pada tabel

Tabel 7 Hasil Pengamatan Kapasitas Tiang

Waktu (hari)	Qu (kg)			
	Kayu halus	Kayu kasar	Beton halus	Beton kasar
0	8,110	9,110	7,262	12,40
4	12,40	14,05	10,75	17,39
8	14,05	14,05	14,05	17,39
16	15,70	19,86	15,70	19,86



Gambar 21 Hasil Pengamatan Kapasitas Tiang

Tabel 4.6. dan Gambar 4.7 memperlihatkan daya dukung pondasi tiang kasar jauh lebih kuat menahan beban dari fondasi tiang polos, hal ini karena adanya penambahan kekasaran yang mampu menambah kekuatan tahanan gesek pondasi terhadap pembebanan pada tanah lunak

### 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas daya dukung pondasi mengalami kenaikan. Kapasitas daya dukung tiang pancang dengan hasil pengujian pembebanan yang berbeda pada pondasi tiang:
  - a. Kayu polos 0 hari sebesar 8,110 kg, dan setelah umur 16 hari sebesar 15,703 kg,



- b. Kayu kekasaran penuh 0 hari sebesar 9,110 kg, dan setelah umur 16 hari sebesar 19,863 kg,
  - c. Beton polos 0 hari sebesar 7,262 kg dan setelah umur 16 hari sebesar 15,703 kg,
  - d. Beton kekasaran penuh 0 hari sebesar 12,403 kg dan setelah umur sebesar 16 hari sebesar 19,863 kg.
2. Diantara empat pondasi tiang yang mendapat daya pembebanan yang paling besar di 0 hari adalah beton kasar, sedangkan daya dukung tiang yang paling besar di 16 hari adalah beton kasar dan kayu kasar dimana memiliki daya dukung yang sama yaitu sebesar 19,863 kg.
  3. Kekasaran tiang dapat berpengaruh terhadap kapasitas dukung tiang. Variasi kekasaran permukaan tiang dapat mempengaruhi tingkat interaksi antara gesekan partikel butiran tanah dan sisi tiang. Setelah 16 hari kapasitas dukung tiang kayu kasar memiliki selisih terhadap tiang kayu polos sebesar 4,16 kg, sedangkan pada beton kasar memiliki selisih terhadap tiang beton polos sebesar 4,16 kg.

### **Saran**

Selama dalam proses penelitian ini masih terdapat beberapa tahap yang perlu diperhatikan supaya tidak menimbulkan

banyak kekurangan. Maka untuk itu perlu dikemukakan beberapa saran untuk penelitian lainnya dikemudian hari:

1. Penelitian ini masih bisa dikembangkan lagi dengan berbagai variasi yang berbeda diantaranya dengan membuat tiang kelompok sehingga dapat diketahui perbedaan pengaruh terhadap kapasitas dukung.
2. Metode yang dapat dijadikan alternatif dalam perbaikan tanah lempung lunak adalah dengan perkuatan pondasi tiang pancang. Dalam pelaksanaannya, sistem pembebanan harus cukup diperhatikan agar metode yang digunakan cukup maksimal dalam meminimalisir penurunan yang terjadi pada tanah lempung lunak. Untuk itu, skala permodelan laboratorium beban yang dilakukan pada penelitian ini dapat dijadikan salah satu acuan dalam dunia konstruksi di atas tanah lempung lunak.
3. Melakukan percobaan terhadap berbagai jenis tanah juga lebih disarankan supaya dapat mengetahui perubahan daya dukung yang dialami oleh tiang pancang jika media tanah diganti.

## 6. DAFTRA PUSTAKA

- ASCE. *American Society of Civil Engineers*. New York, 1959.
- Bowles, J E. Sifat - Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: PT. Erlangga, 1991.
- Casagrande. *Sistem Clasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS)*. 1942.
- Das, M. Braja. *Mekanika Tanah*. 1. Jakarta: PT.Erlangga, 1995.
- Debataraja, T. M. S. Uji Traksial Tidak Terkonsolidasi-Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelani dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga. Medan: Tesis Magister Teknik, Universitas Sumatera Utara, 2012.