

# ANALISA KONFIGURASI KELOMPOK TIANG PANCANG TERHADAP DAYA DUKUNG DAN EFISIENSI TIANG PADA PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN TANJUNG BALAI

**M. Husni Malik Hasibuan, Jupriah Sarifah, Ferdi Irawan**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara  
[husnihasibuan@ft.uisu.ac.id](mailto:husnihasibuan@ft.uisu.ac.id), [jupriah@ft.uisu.ac.id](mailto:jupriah@ft.uisu.ac.id), [ferdiirawan1405@gmail.com](mailto:ferdiirawan1405@gmail.com)

## Abstrak

*Pada proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang mini pile dengan sistem group pile. Sistem group pile pada pondasi di pembangunan rumah susun ini direncanakan memiliki jumlah tiang pancang yang berbeda yaitu dua tiang, tiga tiang, empat tiang, Sistem group pile tidak lepas dari perencanaan konfigurasi yang paling baik untuk mendapatkan nilai daya dukung dan efisiensi tiang yang tinggi. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan variasi konfigurasi tiang pancang dengan memodelkan konfigurasi yang berbeda dengan jumlah tiang yang sama dengan pembangunan rumah susun ini. Selanjutnya, akan dibandingkan nilai daya dukung dan efisiensi mana nilai yang terbaik. Perhitungan dalam penelitian ini menggunakan metode langsung (Direct One) dan faktor efisiensi tiang untuk analisis daya dukung tiang. Perhitungan dilakukan berdasarkan data tanah yang didapat berupa data sondir. Besarnya nilai efisiensi tiang ( $E_g$ ) dalam suatu kelompok tiang tersebut dipengaruhi oleh susunan tiang, jumlah baris, jumlah tiang dalam satu baris, dan jarak tiang seperti konfigurasi 3 tiang dari proyek (V3) memiliki nilai efisiensi ( $E_g$ ) = 0,817 dan ( $Q_g$ ) = 205,27 sedangkan dari Analisa tiang rencana (V3-1) memiliki nilai efisiensi ( $E_g$ ) = 0,861 dan ( $Q_g$ ) = 216,32. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa pengaruh konfigurasi tiang pancang kelompok terhadap daya dukung tiang dipengaruhi oleh besarnya efisiensi tiang ( $E_g$ ) semakin besar efisiensi tiang semakin besar pula daya dukungnya.*

**Kata Kunci :** Pondasi, Konfigurasi, Daya dukung pondasi, Efisiensi, Sondir

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi. Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya.

Kondisi tanah yang ada di Tanjung balai pada umumnya berupa bersifat lempeng gambut yang lunak dan lapisan permukaannya mengandung bahan-bahan organik sebagai akibat dari pelapukan kayu (vegetasi asal). Kondisi ini memberikan suatu daya dukung tanah yang rendah terhadap suatu sistem konstruksi yang akan dibangun diatasnya. Sedangkan tanah dengan daya dukung yang lebih baik baru dapat ditemui pada kedalaman 5 - 10 meter.

Untuk mengatasi kondisi daya dukung tanah yang kurang baik tersebut, maka dilakukan pekerjaan-pekerjaan awal untuk memperbaiki daya dukung tanah, seperti mengganti tanah yang kurang baik dengan tanah yang lebih baik, menggunakan tiang pancang atau menstabilisasi tanah dengan metode- metode yang lebih tepat.

Sistem group pile tidak lepas dari perencanaan konfigurasi yang paling baik untuk mendapatkan nilai daya dukung tinggi dan penurunan yang rendah. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan variasi konfigurasi tiang pancang dengan memodelkan konfigurasi yang berbeda dengan jumlah tiang yang sama dengan pembangunan

rumah susun ini. Selanjutnya, akan dibandingkan nilai daya dukung dan penurunan tiang mana nilai yang terbaik. Sehingga hasil dari perkalian inilah yang nantinya dipakai sebagai daya dukung pondasi tersebut.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui pengaruh konfigurasi tiang pancang kelompok terhadap daya dukung tiang serta efisiensi tiang. Sistem group pile pada pondasi di pembangunan rumah susun ini memiliki jumlah tiang pancang yang berbeda yaitu dua tiang, tiga tiang, dan empat tiang,. Sistem group pile tidak lepas dari perencanaan konfigurasi yang paling baik untuk mendapatkan nilai daya dukung tinggi dan penurunan yang rendah. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan variasi konfigurasi tiang pancang dengan memodelkan konfigurasi yang berbeda dengan jumlah tiang yang sama dengan pembangunan rumah susun ini. Selanjutnya, akan dibandingkan nilai daya dukung dan efisiensi tiang mana yang terbaik. Dari hasil yang diketahui ini diharapkan dapat merekomendasikan penggunaan kelompok tiang pancang pada tanah lunak yang lebih efisien dan memiliki daya dukung yang lebih baik.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang timbul dalam penulisan penelitian ini adalah:

1. Pengaruh konfigurasi tiang pancang

- kelompok terhadap daya dukung tiang.
2. Pengaruh konfigurasi tiang pancang kelompok terhadap efisiensi tiang

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya menganalisis konfigurasi pondasi tiang pancang dan model konfigurasi yang direncanakan peneliti.
2. Data jenis, dimensi, dan model konfigurasi tiang pancang didapat dari proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai.
3. Perhitungan dan pembahasan hanya pada analisa daya dukung tiang pancang dan efisiensi tiang pancang.
4. Perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok berdasarkan faktor efisiensi tiang.
5. Perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal dari uji sondir menggunakan metode langsung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah. Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super structure) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam (Hutami, 2013).

Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan puladengan perencanaannya.

Tiang Pancang umumnya digunakan (Hutami, 2013):

1. Untuk mengangkat beban-beban konstruksi di atas tanah ke dalam atau melalui sebuah lapisan tanah. Di dalam hal ini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
2. Untuk menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling. Memampatkan endapan-endapan tak berkohesi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
3. Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
4. Sebagai faktor keamanan rambahan di bawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.
5. Dalam konstruksi lepas pantai ntuk meneruskan

beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagai dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal dan tekuk maupun beban lateral.

### 2.2 Jenis dan Keadaan Tanah Pendukung Pondasi

Tanah merupakan kumpulan partikel-partikel yang ukurannya beraneka ragam. Tanah dihasilkan sebagai produk sampingan dari pelapukan batuan secara mekanis dan kimiawi yang sebagian dari partikel-partikel ini diberikan nama khusus seperti kerikil, lanau, lempung dan sebagainya.

Tanah terdiri dari butiran partikel padat disertai air dan udara yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah sebagai media pendukung pondasi mempunyai karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan jenis dan keadaan tanahnya. Berbagai parameter yang mempengaruhi karakteristik tanah antara lain : ukuran butiran, berat jenis, kadar air, kerapatan, angka pori, dan lain sebagainya yang dapat diketahui melalui penyelidikan laboratorium.

Nilai kekuatan geser tanah menunjukkan besarnya kekuatan daya dukung tanah tersebut. Nilai kekuatan geser tanah ini dipengaruhi oleh kohesi tanah dan sudut geser tanah. Bila gaya geser bekerja pada suatu massa tanah dimana bekerja pula tegangan normal ( $\sigma$ ), maka harga tegangan geser ( $\tau$ ) akan membesar akibat deformasi sampai mencapai harga batas. Bila harga batas ini dihubungkan dengan tegangan normal ( $\sigma$ ) yang berbeda-beda, maka akan diperoleh suatu garis lurus.

Kekuatan geser tanah ini dapat disederhanakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Keterangan :

$\tau$  : Kekuatan geser tanah ( kg/cm<sup>2</sup>).

$c$  : Kohesi tanah (kg/cm<sup>2</sup>).

$\sigma$  : Tegangan normal yang terjadi padatanah (kg/cm<sup>2</sup>).

$\phi$  : Sudut geser tanah (°).

Nilai kohesi (c) merupakan besardan dari gaya tarik menarik antara butiran partikel tanah, sedangkan sudut geser tanah ( $\phi$ ) merupakan tahanan terhadap pergeseran partikel tanah. Besarnya nilai c dan  $\phi$  pada suatu contoh tanah dapat diketahui melalui pengujian geser tanah di laboratorium mekanika tanah.

Kekuatan geser tanah dapat dibagi dalam nilai yang tergantung pada tahanan geser antara partikel tanah dan kohesi permukaan butiran partikel tanah tersebut.

### 2.3 Jenis dan Kriteria Pemakaian Tiang Pancang

Dalam perencanaan pondasi suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi.

Pemilihan tipe pondasi yang digunakan berdasarkan atas beberapa hal :

1. Fungsi bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
3. Kondisi tanah tempat bangunan didirikan.
4. Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

Dari beberapa macam tipe pondasi yang dapat digunakan, salah satu diantaranya adalah pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang berfungsi untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya ke lapisan tanah yang lebih dalam.

Kriteria pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk suatu pondasi bangunan sangat tergantung pada kondisi :

1. Tanah dasar dibawah bangunan tidak mempunyai daya dukung (misal pembangunan lepas pantai).
2. Tanah dasar dibawah bangunan tidak mampu memikul beban bangunan yang ada di atasnya atau tanah keras yang mampu memikul beban tersebut jauh dari permukaan tanah.
3. Pembangunan diatas tanah yang tidak rata.
4. Memenuhi kebutuhan untuk menahan gaya desak keatas.
5. Jenis tiang pancang dapat dikelompokkan menurut cara pemindahan beban kedalam tanah dan menurut beban yang digunakan.

## 2.4 Peralatan Pemancangan (*Driving Equipment*)

Untuk memancarkan tiang pancang ke dalam tanah digunakan alat pancang. Pada dasarnya alat pancang terdiri dari tiga macam, yaitu :

### 1. *Drop Hammer*

*Drop hammer* merupakan palu berat yang diletakkan pada ketinggian tertentu di atas tiang palu tersebut kemudian dilepaskan dan jatuh mengenai bagian atas tiang, untuk menghindari menjadi rusak akibat tumbukan ini, pada kepala tiang dipasangkan semacam topi atau cap sebagai penahan energi atau shock absorber. Biasanya cap dibuat dari kayu.

### 2. *Diesel hammer*

Alat pemancang tiang tipe ini berbentuk lebih sederhana dibandingkan dengan hammer lainnya. Diesel hammer memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston, atau ram, tangki bahan bakar, tengki pelumas, pompa bahan bakar, injector, dan mesin pelumas.

### 3. *Hydraulic Hammer*

Cara kerja hammer ini adalah berdasarkan perbedaan tekanan pada cairan hidrolik. Salah satu

hammer tipe ini dimanfaatkan untuk memancang fondasi tiang baja H dan fondasi lempengan baja dengan cara dicengkram, didorong dan ditarik. Uji Penetrasi Kerucut Statis (*Sondir*)

Uji penetrasi kerucut statis atau uji sondir banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini sangat berguna untuk memperoleh nilai variasi kepadatan tanah pasir yang tidak padat. Pada tanah pasir yang padat dan tanah-tanah berkerikil dan berbatu, penggunaan alat sondir menjadi tidak efektif, karena mengalami kesulitan dalam menembus tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau tahanan konus (qc) yang diperoleh dari pengujian, dapat dikorelasikan secara langsung dengan kapasitas dukung tanah dan penurunan pada pondasi-pondasi dangkal dan pondasi tiang (Hardiyatmo, 2014).

Keuntungan uji sondir:

- Cukup ekonomis dan cepat.
- Dapat dilakukan ulang dengan hasil yang relatif hampir sama.
- Korelasi empirik yang terbukti semakin andal.
- Perkembangan yang semakin meningkat khususnya dengan adanya penambahan sensor pada sondir listrik.

Kekurangan uji sondir :

- Tidak didapat sampel tanah.
- Kedalaman penetrasi terbatas.
- Tidak dapat menembus kerikil atau lapis pasir yang padat.

Uji *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir (ASTM D-3441) adalah suatu metode penaksiran stratigrafi lapisan di bawah permukaan (stratigraphy subsurface) yang berhubungan dengan material lunak, material organik (*peat*), material-material yang berpotensi mudah mencair (*liquefiable*) seperti : lempung, pasir, dan batuan bulat dan tanah longsor (*landslides*).

## 2.5 Daya Dukung

Analisa daya dukung mempelajari tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya.

Menurut Yusuf dan Aryanto (2011), mengenai Kajian Pengaruh Konfigurasi Kelompok Tiang terhadap Daya Dukung Tanah untuk Perkuatan Pondasi Jalan di Tanah Gambut menyatakan bahwa dalam ilmu perbaikan tanah, telah dikenal beberapa metode perbaikan tanah baik yang bersifat primitif/tradisional maupun yang sudah menggunakan teknologi maju. Oleh karena itu pekerjaan pembangunan dibatasi biaya maka metode-metode perbaikan yang murah tetapi stabil masih memerlukan inovasi yang terus akan berkembang. Suatu metode perbaikan biasanya

hanya cocok untuk kondisi tertentu antara lain menurut jenis tanahnya.

**2.6 Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal**

Daya dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban. Untuk kapasitas dukung tiang dari uji kerucut statis (CPT) atau sondir. Perhitungan daya dukung tiang dilakukan dengan menggunakan metode langsung atau *direct one*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_u = q_c \cdot A_p + JHL \cdot k$$

Keterangan:

$Q_u$  = Daya dukung tiang pancang tunggal(ton)

$q_c$  = Tahanan ujung sondir (ton/m<sup>2</sup>)

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

JHL = Jumlah hambatan lekat atau totalfriction

$k$  = Kelilling tiang

**2.7 Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok**

Nilai daya dukung tiang kelompok dapat diperoleh dengan menggunakan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan persamaan (Hardiyatmo, 2015) :

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

Keterangan:

$Q_g$  = Daya dukung tiang kelompok

$E_g$  = Efisiensi kelompok tiang

$n$  = Jumlah tiang dalam kelompok

$Q_u$  = Daya dukung tiang tunggal

**2.8 Daya Dukung Ijin Tiang**

Untuk memperoleh daya dukung ijin tiang, maka daya dukung ultimit tiang dibagi dengan faktor aman tertentu. Daya dukung ijin tiang yang telah banyak digunakan untuk perancangan tiang pancang tunggal sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{Q_u}{F}$$

Keterangan:

$Q_a$  = Daya dukung tiang ijin

$Q_u$  = Daya dukung tiang tunggal

$F$  = Nilai faktor aman

Daya dukung ijin tiang yang telah banyak digunakan untuk perancangan tiang pancang kelompok sebagai berikut:

$$(Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} \text{ untuk } Q_u \cdot n > Q_g)$$

$$(Q_{ga} = \frac{Q_u \cdot n}{F} \text{ untuk } Q_u \cdot n < Q_g)$$

Keterangan:

$Q_{ga}$  = Daya dukung ijin kelompok tiang

$Q_u$  = Daya dukung tiang tunggal

$n$  = Jumlah tiang setiap kelompok

**2.9 Faktor Keamanan**

Untuk memperoleh kapasitas ujungtiang, maka diperlukan suatu angka pembagi kapasitas ultimate

yang disebut dengan faktor aman (keamanan) tertentu. Faktor keamanan ini perlu diberikan dengan maksud :

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

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Lokasi Penelitian**

Adapun lokasi penelitian ini di ambil pada proyek pembangunan Rumah Susun di Tanjung Balai, jalan Syeh Agul, Sei Raja, Sei Tualang Raso, Kota Tanjung Balai. Lokasi ini dapat ditempuh dengan jarak sekitar 1.8 km dari Stasiun Kereta Api Tanjung Balai.

**3.2 Tahap Persiapan**

Tahap persiapan merupakan kegiatansebelum melakukan pengumpulan dan pengelolaan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam perencanaan.

Persiapan awal yang dilakukan penulis untuk menunjang kelancaran penyusunan Analisa adalah sebagai berikut:

- a. Melengkapi persyaratan administrasi Analisa.
- b. Melengkapi studi pustaka berupa pengumpulan materi sebagai referensi dalam analisa data.
- c. Menentukan kebutuhan data sementara.

**3.3 Pengolahan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengumpulan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh bukan dari hasil penelitian sendiri. Data sekunder berupa data tanah, data jenis, dimensi dan konfigurasi tiang pancang.

- a. Data Tanah

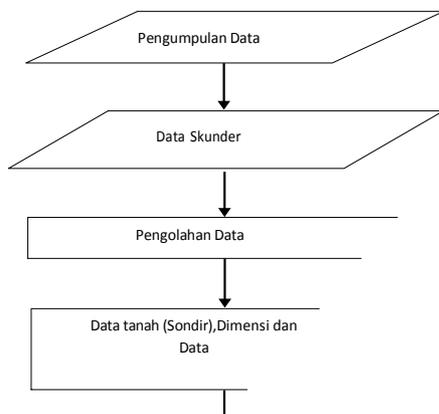
Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini didapat dari kontraktor Pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai yaitu PT. Geo Struktur Indonesia. Data tanah yang didapat berupa pekerjaan soiltest (sondir).

b. Data Struktur

Data struktur yang digunakan dalam Tugas Akhir ini berupa data jenis, dimensi, dan konfigurasi tiang pancang. Data tersebut didapat dari konsultan (PT. MITRAPLAN KONS) pada proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai.

3.4 Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini, penyusun melakukan analisa konfigurasi kelompok tiang pancang terhadap daya dukung dan efisiensi tiang (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai). Dimana terdapat beberapa model variasi tiang kelompok yang akan dibandingkan hasilnya berupa daya dukung dan efisiensi tiangnya. Kerangka dan prosedur perencanaan diterangkan dalam Diagram Alir seperti berikut :



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Tanah

Penyelidikan tanah meliputi 2 titiksondir pada proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai. Letak titik penyelidikan data sondir di tempatkan didaerah yang di perkirakan dapat mewakili kondisi tanah setempat. Maka dapat ditentukan titik-titik mana yang akan digunakan untuk menganalisis variasi- variasi konfigurasi tiang. Sistem group pile pada pondasi di pembangunan rumah susun ini direncanakan memiliki jumlah tiang pancang yang berbeda yaitu dua tiang, tiga tiang, dan empat tiang,. Sistem group pile tidak lepas dari perencanaan konfigurasi yang paling baik untuk mendapatkan nilai daya dukung tinggi danlebih efisien.

Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan variasi konfigurasi tiang pancang dengan memodelkan konfigurasi yang berbeda dengan jumlah tiang yang sama dengan pembangunan rumah susun ini. Selanjutnya, akan dibandingkan nilai daya dukung dan efisiensi tiang mana yang terbaik.

4.2 Variasi Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang

Konfigurasi kelompok tiang pancangdidapatkan dari proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung

Balai (V3 dan V4) dan variasi konfigurasi yang direncanakan sendiri (V3-1, V3-2, V4-1, V4-2, V4-3) pada Tabel 1 Berikut adalah tabel konfigurasi dan variasi konfigurasi.

Tabel 1. konfigurasi dan variasi konfigurasi

Jumlah Tiang	Konfigurasi Tiang Dari Proyek	Variasi Konfigurasi Tiang Rencana
(1)	(2)	(3)
V3		V3-1 V3-2
V4		V4-1 V4-2 V4-3

4.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal (Qu)

Perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal pada penelitian ini menggunakan metode langsung atau directone. Dimana pada penelitian ini menggunakan tiang pancang yang sama berbentuk segiempat dengan ukuran 25 x 25 cm.

$$Q_u = q_c \cdot A_p + JHL \cdot k$$

Dimana:

$$Q_c = 54 \text{ kg/cm}^2 = 540 \text{ ton/m}^2$$

$$A_p = s \times s = 0,25 \times 0,25 = 0,0625 \text{ m}^2$$

$$JHL = 500 \text{ kg/cm} = 50 \text{ ton/mK} = 4$$

$$x \ s = 4 \times 0,25 = 1 \text{ m}$$

$$Q_u = Q_c \cdot A_p + JHL \cdot k$$

$$= 540 \cdot 0,0625 + 50 \cdot 1$$

$$= 83,75 \text{ ton}$$

Dengan daya dukung ijin tiang pada tiang tunggal menggunakan faktor koreksi 3.

$$Q_a = 27,91$$

4.4 Perhitungan Efisiensi Tiang (Eg)

Dengan menganalisis variasi konfigurasi tiang pancang dalam Tugas Akhir ini maka perhitungan efisiensi tiang sangat berpengaruh dalam menentukan pengaruh variasi tiang tersebut terutama dalam perhitungan daya dukung tiang kelompok.

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n' - 1).m + (m - 1).n'}{90.m.n'}$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot 0,01$$

$$Eg = 0,817$$

#### 4.5 Perhitungan Efisiensi Tiang Dengan Konfigurasi 3 Tiang

- Konfigurasi 3 tiang dari Proyek (V3)

Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{750} = 18,26n'$$

$$= 2$$

$$m = 2$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot \frac{(2-1).2 + (2-1).2}{90.2.2}$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot \frac{4}{360}$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot 0,01$$

$$Eg = 0,817$$

- Konfigurasi Tiang Rencana (V3-1)

Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{733} = 18,83$$

$$n' = 3$$

$$m = 1$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{(3-1).1 + (1-1).3}{90.1.3}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{2}{270}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot 0,0074$$

$$Eg = 0,861$$

- Konfigurasi Tiang Rencana (V3-2)

Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{733} = 18,83n'$$

$$= 1$$

$$m = 3$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{(1-1).3 + (3-1).1}{90.3.1}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{2}{270}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot 0,0074$$

$$Eg = 0,861$$

#### 4.6 Perhitungan Efisiensi Tiang Dengan Konfigurasi 4 Tiang

Konfigurasi 4 tiang dari Proyek (V4)Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{750} = 18,26$$

$$n' = 2$$

$$m = 2$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot \frac{(2-1).2 + (2-1).2}{90.2.2}$$

$$Eg = 1 - 18,26 \cdot \frac{4}{360}$$

- Konfigurasi Tiang Rencana (V4-1)Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{733} = 18,83$$

$$n' = 4$$

$$m = 1$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{(4-1).1 + (1-1).4}{90.1.4}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{3}{360}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot 0,0083$$

$$Eg = 0,844$$

- Konfigurasi Tiang Rencana (V4-2)Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } \frac{250}{733} = 18,83$$

$$n' = 1$$

$$m = 4$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{(1-1).4 + (4-1).1}{90.4.1}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{3}{360}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot 0,0083$$

$$Eg = 0,844$$

- Konfigurasi Tiang Rencana (V4-3)Dimana:

$$\theta = \text{arc tg } = 18,83$$

$$n' = 2$$

$$m = 3$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{(2-1).3 + (3-1).2}{90.3.2}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot \frac{7}{540}$$

$$Eg = 1 - 18,83 \cdot 0,0129$$

$$Eg = 0,756$$

#### 4.7 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok (Qg)

Perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok pada Tugas Akhir ini menggunakan faktor efisiensi tiang.

$$Qg = Eg \cdot n \cdot Qu$$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Dengan Konfigurasi 3Tiang

- V3 →  $Qg = 0,817 \times 3 \times 83,75$

$$Qg = 205,27$$

- V3-1 →  $Qg = 0,861 \times 3 \times 83,75$

$$Q_g = 216,32$$

- V3-2 →  $Q_g = 0,861 \times 3 \times 83,75$   
 $Q_g = 216,32$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Dengan Konfigurasi 4Tiang

- V4 →  $Q_g = 0,817 \times 4 \times 83,75$   
 $Q_g = 273,69$
- V4-1 →  $Q_g = 0,844 \times 4 \times 83,75$   
 $Q_g = 282,74$
- V4-2 →  $Q_g = 0,844 \times 4 \times 83,75$   
 $Q_g = 282,74$
- V4-3 →  $Q_g = 0,756 \times 4 \times 83,75$   
 $Q_g = 253,26$

Hasil Perbandingan Variasi Tiang Pancang terhadap Daya Dukung Dan Efisiensi Tiang

Tabel 2. Konfigurasi 3 Tiang

Konfigurasi 3 Tiang	Efisiensi Tiang (Eg)	Daya Dukung Kelompok (Qg) (ton)	Daya Dukung Ijin Kelompok (Qga) (ton)
V3	0,817	205,27	68,42
V3-1	0,861	216,32	72,10
V3-2	0,861	216,32	72,10

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa konfigurasi mempengaruhi efisiensi tiang maka dengan demikian daya dukung kelompok tiang pun ikut berpengaruh. Selisih tertinggi hasil perhitungan untuk variasi konfigurasi 3 tiang pada daya dukung ijin kelompok adalah 3,68 ton. Dari hasil perhitungan didapat nilai daya dukung ijin terbesar pada variasi V3-1 dan V3-2 senilai  $Q_{ga} = 72,10$  ton. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada konfigurasi 3 tiang variasi konfigurasi V3-1 adalah variasi terbaik karena memiliki daya dukung ijin tiang kelompok terbesar

Konfigurasi 4 Tiang	Efisiensi Tiang (Eg)	Daya Dukung Kelompok (Qg) (ton)	Daya Dukung Ijin Kelompok (Qga) (ton)
V4	0,817	273,69	91,23
V4-1	0,844	282,74	94,24
V4-2	0,844	282,74	94,24
V4-3	0,756	253,26	84,42

$Q_{ga} = 72,10$  ton. Dan variasi konfigurasi V3-1 lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi yang didapat dari proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai atau V3.

Tabel 3. Konfigurasi 4 Tiang

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa konfigurasi mempengaruhi efisiensi tiang maka dengan demikian

daya dukung kelompok pun ikut berpengaruh. Selisih tertinggi hasil perhitungan untuk variasi konfigurasi 4 tiang pada daya dukung ijin kelompok adalah 9,82 ton. Namun jika dibandingkan konfigurasi proyek dengan model variasi konfigurasi yang direncanakan selisih terbesar untuk daya dukung ijin adalah 6,81 ton. Dari hasil perhitungan didapat nilai daya dukung ijin terbesar pada variasi V4-1 dan V4-2 senilai  $Q_{ga} = 94,24$  ton. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada konfigurasi 4 tiang variasi konfigurasi V4-1 adalah variasi terbaik karena memiliki daya dukung ijin tiang kelompok terbesar  $Q_{ga} = 94,24$  ton. Dan variasi konfigurasi V4-1 lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi yang didapat dari proyek pembangunan Rumah Susun Tanjung Balai atau V4.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan variasi konfigurasi tiang kelompok dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh konfigurasi tiang pancang kelompok terhadap daya dukung tiang dipengaruhi oleh besarnya efisiensi tiang (Eg).
2. Besarnya nilai efisiensi tiang (Eg) dalam suatu kelompok tiang tersebut dipengaruhi oleh susunan tiang, jumlah baris, jumlah tiang dalam satu baris, dan jarak tiang seperti berikut:
  - Konfigurasi 3 Tiang  
Analisa dari Proyek (V3) :  
 $E_g = 0,817Q_g = 205,27$   
Analisa Tiang Rencana (V3-1):  
 $E_g = 0,861$  dan  $Q_g = 216,32$
  - Konfigurasi 4 Tiang  
Analisa dari Proyek (V4):  
 $E_g = 0,817Q_g = 273,69$   
Analisa Tiang Rencana (V4-1):  
 $E_g = 0,844$  dan  $Q_g = 282,74$

3. Hasil perhitungan menunjukkan kisaran selisih tertinggi dari konfigurasi 3 tiang untuk daya dukung ijin kelompok ( $Q_{ga}$ ) sebesar 3,68 ton. Dan konfigurasi 4 tiang sebesar 9,82 ton. Jadi, semakin besar nilai efisiensi kelompok tiang artinya semakin baik karena semakin besar pula nilai daya dukung kelompok yang dihasilkan pada suatu konfigurasi kelompok tiang.

5.2 Saran

1. Dalam menentukan konfigurasi tiang kelompok sebaiknya diperhatikan susunan tiang, jarak, lebar tiang kelompok, posisi lahan yang tersedia agar mendapatkan konfigurasi yang memiliki daya dukung dan efisiensi yang tinggi. Konfigurasi tiang kelompok sangat berpengaruh terhadap daya dukung dan efisiensi tiang kelompok.

2. Jadi, apabila pembaca ingin menindaklanjuti tentang konfigurasi tiang kelompok pembaca dapat mencobanya dengan metode – metode lain sesuai dengan data yang tersedia, sehingga banyak perbandingan yang akan diperoleh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahmed, Moinuddin. 2009, *Analisis Pengaruh Konfigurasi Tumpukan terhadap Beban Lateral Kelompok Tiang di Pasir*. Osmania University.
- [2]. Bowles, J. E. 1977, *Analisis dan Desain Pondasi Jilid I*. Erlangga: Jakarta.
- [3]. Bowles, J. E. 1991, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah* (Mekanika Tanah). Erlangga: Jakarta.
- [4]. Fellenius, H.B. 2006, *Basic of Foundation Design*. Electronic Edition. [www.Fellenius.net](http://www.Fellenius.net).
- [5]. Terzaghi, K 1943, *Theorotocal Soil Mechanics*. Jhon Wiley dan Sons, New York.
- [6]. Terzaghi , K. dan Peck, R.B. 1948, *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley.
- [7]. Vesic, A. S. 1958, *Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations*. *Jurnal of Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, vol 99 SMI.
- [8]. Yusuf, M dan Aryanto. 2011. *Kajian Pengaruh Konfigurasi Kelompok Tiang terhadap Daya Dukung Tanah untuk Perkuatan Fondasi Jalan Tanah Gambut*. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN* Vol. 11 No. 1, Juni 2011. Universitas Tanjungpura.