

ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN DATA PENGUJIAN CPT DENGAN SOFTWARE PLAXIS PADA PEMBANGUNAN PASAR BARU PANYABUNGAN KABUPATEN MANDAILING NATAL

Kristina Napitupulu¹, Kartika Indah Sari, S.T., M.T²

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan

²Dosen Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer
Universitas Harapan Medan Jl. H.M Joni No.70c Kec. Medan Kota
kristinanapitupulu692@gmail.com

Abstrak

Pondasi merupakan bagian paling dasar dari bangunan yang menahan beban dari semua struktur bangunan yang ada di atasnya dan meneruskan ke tanah di bawah yang mendukungnya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung daya dukung dan penurunan pondasi *bored pile* dari data CPT. Perhitungan daya dukung menggunakan metode Aoki dan De Alencar, metode Schmertmann dan Nottingham, metode Meyerhof dan software *plaxis*, penurunan tiang tunggal menggunakan metode empiris dan software *Plaxis* dan penurunan kelompok tiang dengan metode *vesic*. Metode yang digunakan adalah daya dukung pondasi *bored pile* tunggal dari data S-01 di kedalaman 1,60 m dengan metode Aoki & De Alencar sebesar 22,835 Ton, metode Schmertmann & Nottingham sebesar 22,763 dan metode Meyerhof sebesar 19,671Ton, dari data S-02 di kedalaman 2,00 m dengan metode Aoki & De Alencar sebesar 47,662 Ton, metode Schmertmann & Nottingham sebesar 42,455 dan metode Meyerhof sebesar 32,130 Ton, dari data sondir S-03 di kedalaman 3,80 m dengan metode Aoki & De Alencar sebesar 55,876 Ton, metode Schmertmann & Nottingham sebesar 43,718 dan metode Meyerhof sebesar 55,273 Ton dan berdasarkan metode elemen hingga dengan program *Plaxis* sebesar 43,25 Ton. Daya dukung kelompok tiang pada titik N5-BP01 dari data sondir S-03 sebagai berikut Metode Aoki & De Alencar = 135,274 Ton, Metode Schmertmann & Nottingham = 169,348 Ton dan Metode Meyerhof = 214,164 Ton. Penurunan tiang tunggal dengan metode empiris pada titik C1-BP4 dari data sondir S-01 sebesar 6,05 mm, titik G2-BP04 dari data sondir S-02 sebesar 6,13 mm, titik N5-BP01 dari data sondir S-03 sebesar 6,40 mm dan berdasarkan program *plaxis* dengan model *Mohr Coulomb* sebesar 4,29 mm. Penurunan pondasi kelompok dengan metode *vesic* pada titik C1-BP4 dari data sondir S-01 sebesar 10,496 mm, titik G2-BP04 dari data sondir S-02 sebesar 14,037 mm, titik N5-BP01 dari data sondir S-03 sebesar 11,514 mm. Penurunan tiang dari hasil PDA Test pada titik C1-BP4 sebesar 10,416 mm, titik G2-BP04 sebesar 8,888 mm dan titik N5-BP01 sebesar 14,871 mm.

Kata Kunci: Pondasi, *Bored Pile*, Daya Dukung, Penurunan, *Plaxis*, CPT

Abstract

The foundation is the most basic part of the building that holds the weight of all the building structures above it and continues it to the ground below that supports it. This study aims to calculate the bearing capacity and settlement of bored pile foundations from CPT data. Bearing capacity calculation using Aoki and De Alencar method, Schmertmann and Nottingham method, Meyerhof method and *Plaxis* software, single pile settlement using empirical method and *Plaxis* software and pile group settlement using *vesic* method. The method used is the bearing capacity of a single bored pile foundation from S-01 data at a depth of 1,60 m with the Aoki & De Alencar method of 22,835 Tons, the Schmertmann & Nottingham method of 22,763 and the Meyerhof method of 19,671 Tons, from the S-02 data in depth of 2,00 m with the Aoki & De Alencar method of 47,662 Tons, the Schmertmann & Nottingham method of 42,455 and the Meyerhof method of 32,130 Tons, from sondir S-03 data at a depth of 3,80 m with the Aoki & De Alencar method of 55,876 Tons, the Schmertmann & Nottingham method of 43,718 and the Meyerhof method of 55,273 Tons and based on the finite element method with the *Plaxis* program of 43,25 Tons. The carrying capacity of the pile group at point N5-BP01 from sondir S-03 data is as follows: Aoki & De Alencar Method = 135,274 Tons, Schmertmann & Nottingham Method = 169,348 Tons and Meyerhof Method = 214,164 Tons. Single pile settlement using the empirical method at point C1-BP4 from sondir S-01 data is 6,05 mm, point G2-BP04 from sondir S-02 data is 6,13 mm, point N5-BP01 from sondir S-03 data of 6,40 mm and based on the *Plaxis* program with the *Mohr Coulomb* model of 4,29 mm. The settlement of the group foundation using the *vesic* method at point C1-BP4 from sondir S-01 data is 10,496 mm, point G2-BP04 from sondir S-02 data is 14,037 mm, point N5-BP01 from sondir S-03 data is 11,514 mm. Settlement from the results of the PDA Test at point C1-BP4 of 10,416 mm, point G2-BP04 of 8,888 mm and point N5-BP01 of 14,871 mm.

Keyword: Foundation, Bore Pile, Bearing Capacity, Settlement, *Plaxis*, CPT

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi merupakan bagian paling dasar dari bangunan yang menahan beban dari semua struktur bangunan yang ada di atasnya dan meneruskan ke tanah di bawah yang mendukungnya. Sebelum merencanakan pondasi, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah penyelidikan tanah (*soil investigation*) yang bertujuan untuk menentukan jenis pondasi apa yang akan digunakan, berapa dimensi dari pondasi tersebut dan berapa jarak antar titik pondasi yang akan diletakkan.

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) terdiri dari beberapa metode penyelidikan yaitu *Cone Penetration Test* (CPT), *Standart Penetration Test* (SPT) dan pengujian laboratorium. Pada perencanaan pondasi harus mempertimbangkan daya dukung tanah dan penurunan tanah. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan bekerja pada pondasi. Daya dukung pondasi merupakan kombinasi dari kekuatan gesekan tanah terhadap pondasi dan kekuatan tanah dimana ujung pondasi itu berdiri.

Penurunan pondasi digolongkan menjadi dua yaitu penurunan seketika dan penurunan konsolidasi. Penurunan seketika adalah penurunan yang terjadi pada saat proses konstruksi berlangsung sedangkan penurunan konsolidasi adalah penurunan yang disebabkan oleh perubahan volume tanah selama periode keluarnya air pori dari tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa masalah yang timbul dalam pembahasan ini yaitu:

- Berapakah daya dukung pondasi *bored pile* tunggal dengan menggunakan metode analitis dari data CPT (*Cone Penetrations Test*) dan menggunakan *software Plaxis*?
- Berapakah daya dukung pondasi *bored pile* kelompok dengan menggunakan metode analitis dari data CPT (*Cone Penetrations Test*)?
- Berapakah penurunan pondasi *bored pile* tunggal menggunakan *software Plaxis*?
- Berapakah penurunan pondasi *bored pile* tunggal dan kelompok dengan metode analitis?

1.3 Batasan Penulisan

Adapun batasan masalah dalam pembahasan ini yaitu:

- Perhitungan daya dukung tunggal pondasi *bored pile* ini dengan menggunakan metode Aoki dan *De Alencar*, metode *Schmertmann* dan *Nottingham*, metode *Meyerhof* dan *software plaxis*.

- Perhitungan penurunan pondasi *bored pile* tunggal dengan metode empiris dan *software Plaxis*.
- Perhitungan penurunan pondasi *bored pile* kelompok dengan metode *vesic*.
- Perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan metode sederhana, metode *Converse-Labarre*, metode *Los Angeles*, metode *Seiler-Keeney* dan metode *Feld*.

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dalam penulisan ini yaitu:

- Untuk mengetahui besar daya dukung tunggal pondasi *bored pile* dengan metode Aoki dan *De Alencar*, metode *Schmertmann* dan *Nottingham*, metode *Meyerhof* dan *software plaxis*.
- Untuk mengetahui besarnya daya dukung kelompok pondasi *bored pile* dengan Metode sederhana, Metode *Converse-Labarre*, Metode *Los Angeles*, Metode *Seiler-Keeney* dan Metode *Feld*.
- Untuk membandingkan hasil analisa daya dukung pondasi *bored pile* dengan metode Aoki dan *De Alencar*, metode *Schmertmann* dan *Nottingham*, metode *Meyerhof* dan *software Plaxis* dan dibandingkan dengan hasil *Pile Driving Analyzer* (PDA) *test*.
- Untuk mengetahui penurunan pondasi *bored pile* dengan metode empiris dan *software Plaxis*.

1.5 Batasan Penulisan

Adapun manfaat pada penulisan ini yaitu:

- Untuk menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* dengan metode Aoki dan *De Alencar*, metode *Schmertmann* dan *Nottingham*, metode *Meyerhof* dan menggunakan *software Plaxis*.
- Untuk menambah pengetahuan tentang penerapan ilmu teknik sipil terutama dalam pekerjaan pondasi *bored pile* dan dapat juga digunakan sebagai bahan referensi terhadap penelitian terkait.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi

Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya. Bowles (1997:1). Pondasi merupakan bagian struktur paling dasar dari bangunan yang berfungsi untuk menahan beban dari semua struktur bangunan yang ada di atasnya dan meneruskan ke tanah di bawah yang mendukungnya, tanpa menyebabkan terjadinya keruntuhan geser dan penurunan tanah. Pada perencanaan pondasi harus mempertimbangkan daya

dukung tanah dan penurunan tanah agar tidak terjadi kegagalan fungsi pondasi, oleh karena itu sebelum merencanakan pondasi perlu dilakukan penyelidikan tanah (*soil investigation*) untuk menentukan jenis pondasi apa yang akan digunakan, seberapa dalam pondasi yang harus digali dan berapa dimensi dari pondasi tersebut serta berapa jarak antar titik pondasi yang akan diletakkan.

2.2 Pondasi Bored Pile

Bored pile merupakan pondasi yang termasuk kategori pondasi dalam yang berbentuk seperti tabung. Pondasi ini sangat cocok apabila digunakan pada tempat-tempat yang padat bangunan-bangunan, karena getaran yang terjadi pada proses pelaksanaannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan di sekelilingnya. Pemasangan pondasi *bored pile* kedalam tanah dilakukan dengan cara pengeboran pada tanah terlebih dahulu, lalu dimasukan besi tulangan yang sudah dipabrikasi, kemudian dimasukan adukan beton atau pengecoran di tempat (*cast in situ concrete pile*).

2.3 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak teresimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut, Das (1995:1). Tanah merupakan dasar pondasi suatu bangunan dalam konstruksi baik itu konstruksi gedung maupun konstruksi jalan.

2.4 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah di lapangan (*field investigation*) diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari tanah sehingga tidak terjadi kesalahan pada perancangan pondasi dari suatu konstruksi baik itu konstruksi gedung maupun konstruksi jalan. Tujuan penyelidikan tanah adalah sebagai berikut: (Hardiyatmo, 2011:46)

- Menentukan sifat-sifat tanah yang terkait dengan perencanaan struktur yang akan dibangun di atasnya.
- Menentukan kapasitas dukung tanah menurut tipe pondasi yang dipilih.
- Menentukan tipe dan kedalaman pondasi.
- Untuk mengetahui posisi muka air tanah.
- Untuk memprediksi besarnya penurunan.
- Menentukan besarnya tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah atau pangkal jembatan (*abutment*).

- Menyelidiki keamanan suatu struktur bila penyelidikan dilakukan pada bangunan yang telah ada sebelumnya.
- Pada proyek jalan raya dan irigasi penyelidikan tanah berguna untuk menentukan letak-letak saluran, gorong-gorong, penentuan lokasi dan macam bahan timbunan.

2.5 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bored Pile dari Data CPT

Untuk menghitung daya dukung pondasi *bored pile* berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dihitung menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode Aoki dan De Alencar

- Kapasitas Daya Dukung ultimit tiang

$$Q_u = q_b \times A_b$$

Keterangan:

Q_u = Kapasitas daya dukung *bored pile* (Ton)

q_b = Tahanan ujung tiang (Ton/m²)

A_b = Luas penampang tiang (m²)

Kapasitas tahanan ujung tiang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}}{F_b}$$

Keterangan:

q_{ca} = Perlawanan konus rata-rata 1,5d di atas ujung tiang dan 1,5 di bawah ujung tiang

F_b = Faktor empirik

- Kapasitas Daya Dukung Ijin

Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan $d < 2m$

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5}$$

Untuk dasar tiang tanpa pembesaran dibagian bawah:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2}$$

Keterangan:

Q_a = Kapasitas daya dukung ijin (Ton)

Q_u = Kapasitas daya dukung *bored pile* (Ton)

2. Metode Schmertmann dan Nottingham

- Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang

$$Q_u = A_b \times f_b + A_s \times f_s$$

Atau

$$Q_u = A_b \times \omega q_{ca} + A_s \times K_f \times q_f$$

Keterangan:

Q_u = Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang (Ton)

A_b = Luas penampang *bored pile* (m²)

A_s = Luas selimut tiang (m²)

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

q_f = Tahanan gesek sisi konus (kg/cm²)

f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm²)
 f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm²)
 ω = Koefisien korelasi
 K_f = Koefisien tak berdimensi

Tahanan konus rata-rata dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$q_{ca} = \frac{1}{2}(q_{c1} + q_{c2})$$

Keterangan:

q_{c1} = Perlawanan konus rata-rata 8d di atas ujung tiang

q_{c2} = Perlawanan konus rata-rata 0,7d atau 4d di bawah ujung tiang

gesek satuan (nilainya dibatasi sampai 1,2 kg/cm²)

q_f = Tahanan sisi konus (kg/cm²)

q_c = Tahanan konus (kg/cm²)

K_f = Koefisien tak berdimensi

K_c = Koefisien tak berdimensi yang nilainya tergantung tipe tiang

(Tiang beton 1,2%, Tiang baja 0,8%, dan Tiang Pipa 1,8%)

Nilai K_f tergantung pada rasio L/d dimana L adalah kedalaman pondasi dan d adalah diameter tiang pondasi. Pada kedalaman 8d pertama dari permukaan tanah nilai K_f diinterpolasi dari 0 dipermukaan tanah sampai 2,5 dikedalam 8d. Pada kedalaman lebih dari 8d nilai K_f berkurang dari 2,5 sampai 0,892 pada kedalaman 20d atau $K_f = 0,9$.

b. Kapasitas Daya Dukung Ijin

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

Keterangan:

Q_a = Kapasitas daya dukung ijin (Ton)

S_f = Faktor keamanan (untuk *bored pile* 2,5 sampai 4,0)

3. Metode Meyerhof

a. Kuat Dukung Ujung Tiang

$$Q_b = f_b \times A_b$$

Keterangan:

Q_b = Tahanan dukung ujung tiang (Ton)

A_b = Luas penampang *bored pile* (m²)

f_b = Tahanan ujung per satuan luas (kg/cm²)

Tahanan ujung satuan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$f_b = \omega_1 \times \omega_2 \times q_{ca}$$

Keterangan:

$\omega_1 = ((d+0,5)/2d)^n$ jika $d > 0,5$ $\omega_1 = 1$

$\omega_2 = L < 10d$ maka $L/10d$ dan $L > 10d$ maka

$\omega_2 = 1$

q_{ca} = perlawanan konus rata-rata 1d di bawah ujung tiang dan 4d di atasnya

b. Kuat Dukung Selimut Tiang

$$f_s = K_f \times q_f$$

Atau

$$f_s = K_c \times q_c$$

Keterangan:

f_s = Tahanan geser satuan (kg/cm²)

K_f = Koefisien modifikasi tahanan gesek sisi konus $K_f = 1$

K_c = Koefisien modifikasi tahanan konus

$q_c = 0,005$

Untuk *bored pile*, *meyerhof* menyarankan menggunakan faktor reduksi 70% dan 50% dalam menghitung tahanan ujung tiang dan tahanan gesek tiang.

c. Kapasitas Daya Dukung Ijin

$$Q_a = \frac{Q_b + Q_s}{SF}$$

Keterangan:

Q_a = Kapasitas daya dukung ijin (ton)

SF = Faktor keamanan

2.6 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Grup

Daya dukung grup tiang dihitung berdasarkan asumsi sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \times Q_{ult} \times n$$

Keterangan:

Q_g = Daya dukung ultimit dari grup tiang

Q_{ult} = Daya dukung ultimit dari tiang tunggal

n = Jumlah tiang

E_g = Efisiensi kelompok tiang

2.7 Efisiensi Tiang Grup

Ada beberapa rumus yang digunakan menghitung efisiensi kelompok tiang yaitu:

a. Metode Sederhana

$$E_g = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n}$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{s} \right)$$

p = Keliling penampang tiang

b. Metode *Converse-Labarre*

$$E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} \right]$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{s} \right)$$

c. Metode *Los Angeles*

$$E_g = 1 - \frac{D}{\pi \cdot s \cdot m \cdot n} [m(n-1) + n(m-1)(n-1)\sqrt{2}]$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada satu baris

n = Jumlah tiang pada satu baris

s = Jarak dari as ke as tiang

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{d}{s} \right)$$

D = Diameter pondasi

d. Metode *Seiler-Keeney*

$$E_g = \left[1 - \frac{36 s (m+n-2)}{(75 s^2 - 7)(m+n-1)} \right] + \frac{0,3}{m+n}$$

Keterangan:

m = Jumlah tiang pada deretan baris

n = Jumlah tiang pada deretan kolom

D = Diameter dan

s = Jarak antar pusat-ke- pusat tiang

e. Metode *Feld*

Dalam metode ini ini kapasitas pondasi individual tiang berkurang 1/16 akibat adanya tiang yang berdampingan baik dalam arah lurus maupun dalam arah diagonal.

2.8 Penurunan Tiang Tunggal

Penurunan pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode empiris sebagai berikut:

$$S_{ps} = \frac{D}{100} \times \frac{Q \times L}{A_p \times E_p}$$

Keterangan:

Q = Beban yang bekerja

D = Diameter tiang

A_p = Luas penampang tiang

E_p = Modulus elastisitas tiang

L = Panjang tiang

2.9 Penurunan Kelompok Tiang

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

Keterangan:

S = Penurunan pondasi tiang tunggal

B_g = Lebar kelompok tiang

D = Diameter tiang tunggal

2.10 Plaxis 2D

Pemodelan pada *Plaxis* dibagi menjadi tiga bagian yaitu *Plaxis input*, *Plaxis calculation* dan *Plaxis Output*. *Plaxis input* adalah tahapan awal untuk menentukan pemodelan geometri tanah, kondisi batas, *meshing* model dan kondisi awal dari model yang akan dibuat. *Plaxis calculation* adalah tahapan untuk meninjau apakah model yang telah di *input* siap untuk dianalisis. *Plaxis Output* adalah hasil analisis dari proses perhitungan dari *Plaxis Calculation* yang terdiri *geometry*, *deformasi* dan *stresses*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil penyelidikan atau penelitian yang sudah ada, berisi teori maupun standar yang diperlukan dalam perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi *bored pile*, yang bersumber dari buku, jurnal dan data yang diperoleh dari instansi terkait yang berhubungan dengan penelitian yang dipilih. Adapun data yang diperoleh dari lokasi penelitian sebagai berikut:

- Shop drawing* berupa denah dan detail pondasi *bored pile* Pasar Baru Panyabungan.
- Data penyelidikan tanah (*soil investigation*) Sondir (CPT).
- Data pengujian *Pile Driving Analyzer (PDA) Test*.

3.3 Pengolahan Data

- Menghitung daya dukung pondasi *bored pile* dari data CPT (*Cone Penetrations Test*) dengan metode *Aoki* dan *De Alencar*, metode *Schmertmann* dan *Nottingham*, metode *Meyerhof*.
- Menghitung daya dukung pondasi *bored pile* dengan *software Plaxis*.

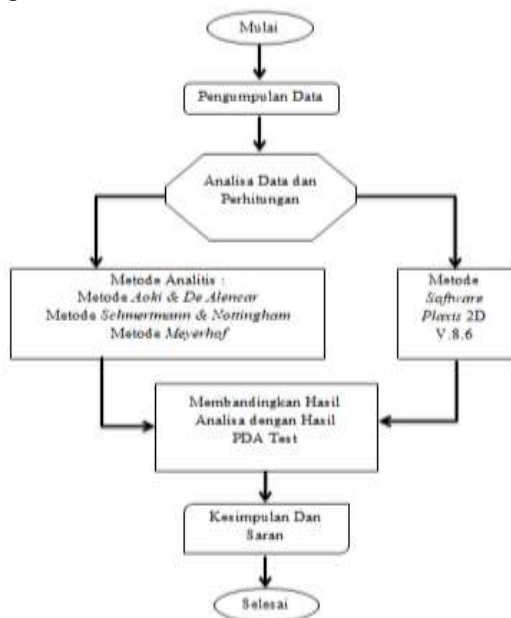
- c. Membandingkan hasil analisa daya dukung pondasi *bored pile* dengan metode analitis dan *software Plaxis* dan dibandingkan dengan hasil *Pile Driving Analyzer (PDA) test*.
- d. Menghitung penurunan pondasi *bored pile* tunggal menggunakan metode Empiris dan menghitung penurunan pondasi *bored pile* kelompok menggunakan metode *Vesic*.
- e. Menghitung penurunan pondasi *bored pile* dengan *Software Plaxis*.
- f. Menghitung efisiensi kelompok tiang menggunakan Metode sederhana, Metode *Converse-Labarre*, Metode *Los Angeles*, Metode *Seiler-Keeney* dan Metode *Feld*.

3.4 Data Teknis Bored Pile

Jenis pondasi tiang : Bored Pile
 Diameter Pondasi : 0,60 m
 Kedalaman Pondasi Tiang : 4 m
 Tulangan:
 - Utama : 10 D16
 - Spiral : D10-150
 Mutu Beton : $f'c$ 25
 Beban Rencana : 33,60 Ton

3.5 Tahapan Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Daya Dukung pondasi Bored Pile Tunggal

Hasil perhitungan daya dukung tunggal pondasi *bored pile* berdasarkan data CPT menggunakan metode

Aoki & De Alencar, metode *Schmertmann & Nottingham* dan metode *Meyerhof* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal dengan Aoki & De Alencar

No	Titik Sondir	Kedalaman (m)	Qall (Ton)
1	S-01	1,60	22,835
2	S-02	2,00	47,662
3	S-03	3,80	55,875

Tabel 4.2 Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal dengan Schmertmann & Nottingham

No	Titik Sondir	Kedalaman (m)	Qall (Ton)
1	S-01	1,60	22,763
2	S-02	2,00	42,455
3	S-03	3,80	69,950

Tabel 4.3 Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal dengan Meyerhof

No	Titik Sondir	Kedalaman (m)	Qall (Ton)
1	S-01	1,60	19.671
2	S-02	2,00	32.130
3	S-03	3,80	88,461

4.2 Daya Dukung pondasi Bored Pile Kelompok

Perhitungan daya dukung kelompok pondasi *bored pile* dihitung berdasarkan nilai efisiensi paling kecil diantara semua metode yaitu pada titik C1-BP04 dengan metode *Converse-Labarre* sebesar 0,705, pada titik G2-BP04 dengan metode *Converse-Labarre* sebesar 0,626 dan pada titik N5-BP01 dengan metode *Converse-Labarre* sebesar 0,807.

Tabel 4.4 Daya Dukung Kelompok Tiang pada titik C1-BP04 dari data S-01

Metode	n	(E_g)	Q_{all} (Ton)	Daya Dukung Kelompok
	1	2	3	1 x 2 x 3
Metode Aoki & De Alencar	4	0.705	22.835	64.394
Metode Schmertmann & Nottingham	4	0.705	22.763	64.193
Metode Meyerhof	4	0.705	19.671	55.471

Tabel 4.5 Daya Dukung Kelompok Tiang pada Titik G2-BP04 dari S-02

Metode	n	(E_g)	Q_{all} (Ton)	Daya Dukung Kelompok
	1	2	3	1 x 2 x 3
Metode Aoki & De Alencar	4	0.705	22.835	64.394
Metode Schmertmann & Nottingham	4	0.705	22.763	64.193
Metode Meyerhof	4	0.705	19.671	55.471

Tabel 4.6 Daya Dukung Kelompok Tiang pada Titik N5-BP01 dari data S-03

Metode	n	(E_g)	Q_{all} (Ton)	Daya Dukung Kelompok
	1	2	3	1 x 2 x 3
Metode Aoki & De Alencar	3	0.807	55.875	135.274
Metode Schmertmann & Nottingham	3	0.807	69.950	169.348
Metode Meyerhof	3	0.807	88.461	214.164

4.3 Perhitungan Penurunan Pondasi Bored Pile Tunggal

Penurunan pondasi tiang tunggal hanya akan dihitung berdasarkan hasil perhitungan daya dukung tunggal pondasi dengan metode *Schmertmann & Nottingham* (1975) pada titik C1-BP04 dari data sondir S-01, pada titik G2-BP04 dari data sondir S-02 dan pada titik N5-BP01 dari data sondir S-03, Penurunan pondasi tiang tunggal dihitung dengan metode empiris sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Penurunan Tunggal Pondasi

Titik	L (cm)	D (cm)	Q_{all} (Ton)	S (cm)
C1-BP04	160	60	22.763	0.60
G2-BP04	200	60	42.455	0.61
N5-BP01	380	60	69.950	0.64

4.4 Perhitungan Penurunan Pondasi Bored Pile Kelompok

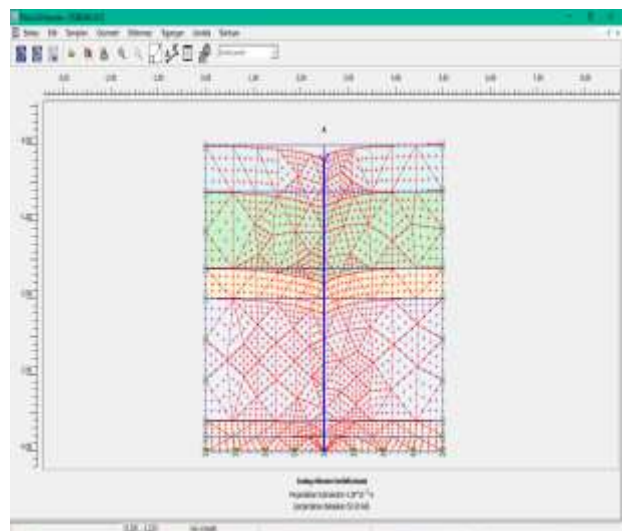
Perhitungan penurunan kelompok pondasi tiang hanya akan ditinjau pada ketiga titik berikut yaitu C1-BP04, G2-BP04 dan N5-BP01 dengan metode *vesic* sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Penurunan Kelompok Pondasi

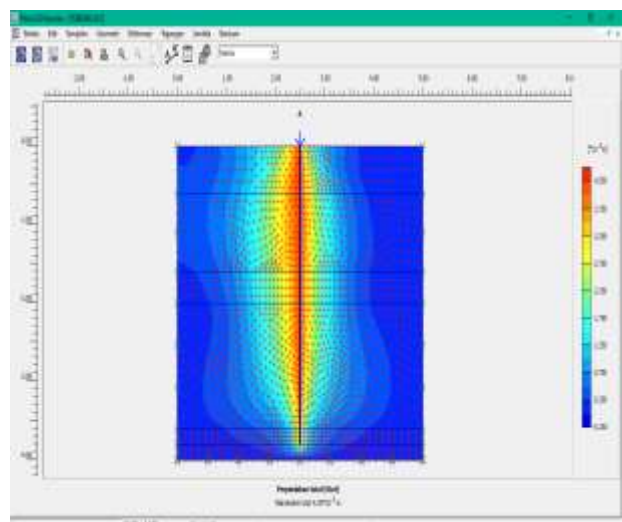
No	Titik	Penurunan Kelompok Tiang (mm)
1	C1-BP04	10,496
2	G2-BP04	12,260
3	N5-BP01	11,624

V. HASIL DAN PEMBAHASAN PLAXIS 2D

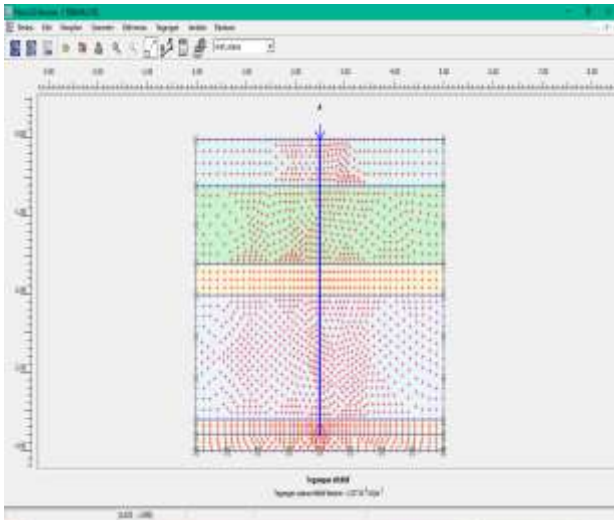
Adapun hasil analisa daya dukung pondasi *bored pile* tunggal dengan *Plaxis 2D V8.6* pada titik N5-BP01 sebagai berikut:



Gambar 5.1 Jaringan Terdeformasi



Gambar 5.2 Perpindahan Total



Gambar 5.3 Tegangan Efektif

Tabel 5.1 Perbandingan Daya Dukung Tunggal pada Titik N5-BP01 dari Data Sondir S-03

<i>Software Plaxis</i>		<i>Pda Test</i>	
Daya Dukung (Ton)	Penurunan (mm)	Daya Dukung (Ton)	Penurunan (mm)
43,25	4,29	43,00	14,871

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- Daya dukung tiang dari data CPT dengan metode analitis lebih besar dibandingkan daya dukung tiang dari hasil PDA *Test* dimana selisih dari kedua metode tersebut sebesar 12,875 Ton, sedangkan daya dukung tiang dengan *Software Plaxis* lebih besar dibandingkan daya dukung tiang dari hasil PDA *Test* dimana selisih dari kedua metode tersebut sebesar 0,25 Ton.
- Penurunan tiang dari hasil PDA *Test* lebih besar dibandingkan penurunan dengan metode analitis dimana selisih dari kedua metode sebesar 8,551 mm, sedangkan penurunan tiang dari hasil PDA *Test* lebih besar dibandingkan penurunan dengan menggunakan *software plaxis* dimana selisih dari kedua metode sebesar 10,581 mm.

6.2 Saran

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut:

- Dalam analisa perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* sebaiknya kita memperoleh data teknis yang lengkap berupa data penyelidikan tanah (*Soil Investigation*) berupa Uji Penetrasi Standar (SPT)

dan Uji Penetrasi Kerucut Statis (CPT) serta hasil *Pile Driving Analyzer* (PDA) karena sangat menunjang dalam membuat rencana analisis perhitungan sesuai dengan standard dan syarat-syaratnya.

- Analisa daya dukung pondasi menggunakan metode elemen hingga dengan program *plaxis* sangat membutuhkan data parameter tanah dari hasil uji laboratorium untuk mempermudah proses analisa dalam penginputan data pada program.
- Pada pembangunan Pasar Baru Panyabungan ini perhitungan daya dukung tunggal yang paling mendekati dengan hasil PDA adalah perhitungan menggunakan *Software Plaxis*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Bowles, J.E. 1997, *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi keempat Jilid 1 Jakarta: Erlangga.
- [2.] Bowles, J.E. 1992, *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi keempat Jilid 2 Jakarta: Erlangga.
- [3.] Brinkgreve, R.B.J. 2007, *Praxis 2D – Versi 8. Delf University of Technology & Plaxis b.v.* Belanda: Microsoft Corp.
- [4.] Das, B.M. 1995, *Mekanika Tanah Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Jilid 1 Jakarta: Erlangga.
- [5.] Hardiyatmo, H.C. 2014, *Analisis dan Perancangan Pondasi I*. Edisi kedua. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [6.] Hardiyatmo, H.C. 2008, *Teknik Fondasi II*. Edisi kedua Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [7.] Juci,U. 2015, Analisa Kuat Dukung Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (*Cone dan N-Standard Penetration Test*). *Jurnal Teknik Sipil Siklus* 1(2): 52-60.