

ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG KAYU, PONDASI TIANG PANCANG DAN PONDASI BORED PILE UNTUK BANGUNAN BERTINGKAT PADA TANAH LUNAK

M. Rizqisyah Putra¹, Muhammad Rifqi Abdurrozak.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 12511148@students.uui.ac.id

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 135111101@staf.uui.ac.id

Abstrak : The state of the soil structure greatly affect the type of foundation to be used. In this research paper, the examined soil is soft soil that is moist and acidic substance and has a hard soil depth that is deep enough. The researcher wants to design the building by using 3 foundations namely, the wood foundation of pedaru wood, the bored pile foundation, and the precast pile foundation with loading building that has been modeled using the SAP200. The foundation design uses a static method based on the sondir test results. The purpose of this analysis is to compare the bearing capacity, effectiveness and subsidence of the 3 foundations. The calculation of bearing capacity uses the Schmertmann and Nottingham Method and the Mayerhoff Method with 2 different dimensions in each foundation. The analysis results of the bearing capacity of the bored pile foundation using Mayerhoff method with diameter of 30 cm and 20 cm were obtained at 1969,59 kN and 1214.93 kN, respectively with a subsidence of 36,83 mm and 66,16 mm and Schmertmann and Nottingham method with diameter of 30 cm were obtained 9634,15 kN; the precast pile foundation in Mayerhof method with diameter of 30 cm and 35 cm, obtained respectively at 1957.85 kN and 2369.38 kN, with a subsidence of 38,63 mm and 15,92 mm respectively and Schmertmann and Nottingham method with 30 cm diameter obtained 9599.25 kN; the wood foundation of pedaru wood in Mayerhof method with a diameter of 30 cm and 20 cm, obtained respectively at 1219,07 kN and 2008,51 kN and Schmertmann and Nottingham method with 20cm diameter obtained 9643, 48 kN, with a decrease of 30 cm diameter 57,72 mm and Schmertmann and Nottingham method with 20cm diameter obtained 30.94 mm respectively. The results of the analysis show that the bearing capacity is greater than the P value = 417.10 kN.

Keyword : wood foundation, Precast pile foundation ,Schmertmann dan Nottingham, subsidence.

1. PENDAHULUAN

Semua konstruksi tidak akan lepas dari perencanaan pondasi. Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya-sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya, yang berarti pondasi merupakan struktur bawah dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadi

kerusakan tanah dan penurunan bangunan diluar batas toleransinya

Keadaan struktur tanah akan sangat mempengaruhi tipe pondasi yang akan digunakan. Pondasi yang banyak terdapat di daerah Provinsi Riau ialah pondasi cerucuk kayu, pondasi ini banyak digunakan karena biaya yang relatif murah dan juga pengerjaan yang mudah. Susahnya mendapatkan material di daerah tersebut juga salah satu alasan menjadikan pondasi cerucuk sebagai pondasi alternatif. Pondasi cerucuk termasuk pondasi dalam yang lapisan tanah kerasnya harus

berada > 8 meter dari permukaan tanah dengan persentase penurunan yang cukup besar, oleh karena itu pondasi cerucuk biasanya hanya digunakan untuk bangunan-bangunan yang bebannya tidak terlalu besar, seperti rumah dua lantai.

Penyelidikan tanah dilakukan dengan metode *Conus Penetration Test* (CPT) atau sondir pada 1 titik dengan kapasitas 2,5 ton dengan menggunakan alat sondir dan boring (bor mesin). Daya dukung tanah yang diinginkan adalah sebesar 180 Kg/cm². Penyelidikan sondir merupakan salah satu penyelidikan tanah yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras yang nantinya menjadi acuan untuk mengetahui seberapa kuat tanah untuk menahan beban yang berada di atasnya..

1.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Merancang dan menganalisis pembebanan yang akan diterima pondasi cerucuk, pondasi tiang pancang, dan pondasi *bored pile*.
2. Membandingkan tingkat keamanan dari pondasi cerucuk, pondasi tiang pancang, dan pondasi *bored pile*
3. Mengetahui kapasitas dukung ultimit dari pondasi cerucuk, pondasi tiang pancang, dan pondasi *bored pile* dengan menggunakan *Schmertmann & Nottingham* dan *Mayerhoff*.
4. Mengetahui penurunan tiang dari pondasi cerucuk, pondasi tiang pancang, dan pondasi *bored pile*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini, melampirkan beberapa hasil penelitian sebelumnya sebagai referensi, namun memiliki perbedaan dan persamaan diantaranya, penelitian yang dilakukan oleh Ulfa (2015) adalah Analisis Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)(studi kasus Proyek Pembangunan Gedung dan Perbengkelan di jalan Arengka Pekanbaru). Tujuan Menghitung kuat dukung tiang *bored pile* dari

hasil sondir dan SPT kemudian membandingkan hasil kuat dukung tiang *bored pile*.

Zainal (2007) adalah Komperasi Daya Dukung Tiang Tunggal Dihitung dengan Beberapa Metode Analisis. Tujuan mengevaluasi dan membandingkan besarnya beban maksimum ($P_{ultimate}$) pondasi tiang tunggal dimana dipakai data profil tanah, data sondir serta data uji pembebanan yang diperoleh dari lapangan.

Saputra (2018) adalah Analisis Perkuatan Cerucuk Kayu Bakau dan Kayu Mahang terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Gambut. Tujuan penelitian menganalisis kapasitas daya dukung ultimit cerucuk bakau dan mahang pada tanah lunak (gambut) serta mengetahui penurunan yang dihasilkan.

Nurmawaty (2018) adalah Analisis Kapasitas Dukung Pondasi *Bored Pile* (studi kasus Kantor Pelayanan Pajak Daerah, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta). Tujuan penelitian merancang dan menganalisis kapasitas dukung kelompok tiang alternatif desain pondasi bored pile dari beberapa diameter dengan metode *Aoki & De Alencar*, *Mayerhoff*, dan *Reese & Wright*.

Widjaja, dan Wahyuningsih (2017) adalah Perbandingan Pondasi Akibat Perbedaan Metode Kontruksi Pondasi Dalam. Tujuan penelitian menganalisis dan mengavaluasi daya dukung 4 kelompok tiang alternatif yaitu pondasi tiang bor, *Continious Fight Auger* (CFA), *Full Displacement Pile* (FDP), dan *Full Displacement Pile* dengan expander body dengan dimensi yang telah ditentukan. Analisis daya dukung menggunakan metode *Reese dan Wright* (1979), *Kulhawy* (1989) , *LPC* (1981), *FHWA* (1988), dan *Eslami dan Fellenius* (1997). Analisis transfer beban digunakan kurva t-z dan kurva q-z yang diusulkan *O'neil dan Reese* (1999), dan kurva t-z dan q-z model *Vijayvegiya* (1972).

Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (*Soft Clay*), Menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Diameter Cerucuk. Tujuan penelitian memberikan alternatif dalam perkuatan daya dukung tanah lunak dengan variasi panjang dan diameter cerucuk.

Hidayat (2018) adalah Perencanaan Ulang Struktur Bawah dengan Pondasi *Bored Pile* pada Gedung White Hotel Sedan Yogyakarta.

Penelitian yang terakhir menjadi referensi yaitu Wiharjanti (2002) adalah Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile (studi kasus Jembatan Kali Gung Kendalserut Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Tujuan untuk Mengetahui kapasitas dukung & penurunan pada pondasi *bored pile*.

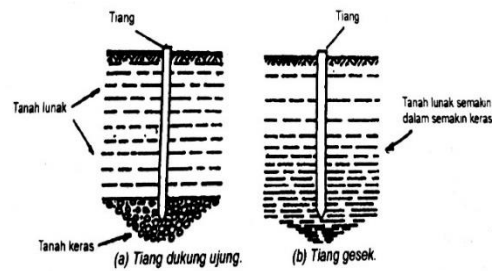
3. LANDASAN TEORI

3.1 Kapasitas Dukung Pondasi *BORED PILE*

Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam (Hardiyatmo,2003) yaitu :

1. tiang dukung ujung (*end bearing pile*)
Tiang dukung ujung (*end bearing pile*) adalah tiang yang kapasitas dukungnya ditentukan oleh tahanan ujung tiang. Umumnya tiang dukung ujung berada dalam zone tanah yang lunak yang berada di atas tanah keras. Tiang-tiang dipancang sampai mencapai batuan dasar atau lapisan keras lain yang dapat mendukung beban yang diperkirakan tidak mengakibatkan penurunan berlebihan. Kapasitas tiang sepenuhnya ditentukan dari tahanan dukung lapisan keras yang berada di bawah ujung tiang
2. tiang geser
Tiang geser adalah tiang yang kapasitas dukungnya lebih ditentukan oleh perlawanan geser antara dinding tiang dan tanah di sekitarnya.

Berikut ini adalah gambaran tiang ditinjau dari cara mendukung bebannya, dapat dilihat pada Gambar 3. 1 berikut ini.



Gambar 3.1 Tiang Ditinjau dari Cara Mendukung Bebannya
(Sumber : Hardiyatmo,2003)

Daya dukung pondasi tiang bor adalah besarnya merupakan penjumlahan dari tahanan ujung dan tahanan selimut tiang (gesekan kulit tiang dengan tanah).

Formula umum daya dukung pondasi tiang seperti Persamaan sebagai berikut.

$$Q_{ultimit} = Q_p + Q_s \quad (1)$$

Keterangan :

- $Q_{ultimit}$ = daya dukung ultimit tiang (ton)
- Q_p = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)
- Q_s = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

3.2 Kapasitas Dukung Ujung Tiang Metode *Schmertmann dan Nottingham*

Kuat dukung ultimit neto (Q_u), dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan berikut ini.

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \quad (2)$$

atau

$$Q_u = A_b \cdot \omega \cdot q_{ca} + A_s \cdot K_f \cdot q_f \quad (3)$$

Keterangan :

- A_b = Luas penampang tiang (cm²)
- A_s = Luas selimut tiang (cm²)
- f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm²)
- f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm²)
- q_{ca} = Tahanan konus rata-rata (kg/cm²)
- q_f = Tahanan gesek sisi konus (kg/cm²)
- K_f = Koefisien tak berdimensi
- ω = Koefisien korelasi

1. Tahanan Ujung Satuan

Dalam metode Schmertmann dan Nottingham (1975) tahanan ujung tiang per satuan luas, diperoleh dari nilai rata-rata q_c disepanjang $8d$ diatas dasar tiang sampai $0,7d$ atau $4d$ di bawah tiang. Langkah-

langkah penentuan q_{ca} adalah sebagai berikut :

- perhatikan diagram tahanan kerucut (q_c) per kedalamannya dan pilihlah kedalaman sementara yang dianggap mendekati kapasitas ultimit bahan tiang yang dipakai.
- pada kedalaman tiang yang ditinjau, perhatikan tahanan konus rata-rata (q_c) diambil pada jarak $8d$ di atas kedalaman ujung tiang dan $4d$ di bawahnya.
- tentukan q_{c1} dengan menghitung nilai rata-rata tahanan kerucut (q_c) di sepanjang garis patah-patah pada zona $8d$ di atas dasar tiang. Lintasan garis patah-patah menunjukkan pengambilan nilai-nilai q_c yang mewakili dan diperkirakan aman.
- telusuri lintasan garis patah-patah sedalam $4d$ di bawah tiang. Tentukan q_{c2} dengan menghitung q_c rata-rata di sepanjang garis tersebut.
- hitung $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$
- dengan menggunakan nilai-nilai dalam Tabel 1, tentukan ω guna memperhatikan pengaruh kadar kerikil atau OCR.
- hitung tahanan ujung satuan dengan Persamaan:

$$f_b = \omega \cdot q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

Keterangan :

- f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)
 ω = Koefisien korelasi yang bergantung pada OCR (tabel 3.2)
 $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$ (kg/cm^2)
 $q_{c1} = q_c$ rata-rata pada zona $0,7d$ atau $4d$ di bawah dasar tiang (kg/cm^2)
 $q_{c2} = q_c$ rata-rata pada zona $8d$ di atas dasar tiang (kg/cm^2)

Tabel 1 Faktor ω (Bowles, 1996)

Kondisi Tanah	Faktor ω
Pasir terkonsolidasi normal (OCR = 1)	1
Pasir mengandung banyak kerikil kasar; Pasir dengan OCR = 2 sampai 4	0,67

Kerikil halus; pasir dengan OCR = 6 sampai 10	0,5
---	-----

(Sumber : Hardiyatmo, H.C.,2008)

2. Tahanan Gesek Satuan

Tahanan gesek satuan dapat diperoleh dari Persamaan berikut.

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

Keterangan :

- f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatasi sampai $1,2 \text{ kg/cm}^2$ (120 kPa)
 K_f = Koefisien tak berdimensi
 q_f = Tahanan gesek sisi konus (sleeve friction) (kg/cm^2)

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

Metode yang lain, untuk tiang dalam tanah pasir (tidak berlaku untuk lempung), gesek satuan dapat ditentukan dari tahanan konus q_c dengan Persamaan berikut.

$$f_s = K_c \cdot q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} \quad (6)$$

Keterangan :

- f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatasi sampai $1,2 \text{ kg/cm}^2$ (120 kPa)
 K_c = Koefisien tak berdimensi yang nilainya bergantung pada tipe tiang
 q_c = Tahanan konus (kg/cm^2)
 Tiang baja ujung bawah terbuka,
 $K_c = 0,8 \%$
 Tiang pipa ujung bawah tertutup,
 $K_c = 1,8 \%$
 Tiang beton,
 $K_c = 1,2 \%$

3.3 Kapasitas Dukung Ujung Metode Meyerhoff

1. Tahanan Ujung

Tahanan ujung metode Meyerhoff dapat diperoleh dengan Persamaan berikut.

$$f_b = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca} \quad (7)$$

Dengan :

f_b = Tahanan ujung satuan, untuk tiang bor diambil 70% atau 50%-nya

q_{ca} = q_c rata-rata (kN/m²) pada zona 1d di bawah ujung tiang dan 4d di atasnya

ω_1 = $[(d + 0,5) / 2d]^n$; koefisien modifikasi pengaruh skala, jika $d > 0,5$ m $\omega_1 = 1$

ω_1 = $L/10d$; koefisien modifikasi untuk penetrasi tiang dalam lapisan pasir padat saat $L < 10d$, Jika $L > 10d$, $\omega_2 = 1$

d = Diameter tiang (m)

L = Kedalaman penetrasi tiang di dalam lapisan pasir padat (m)

n = Nilai eksponensial [(1 untuk pasir longgar ($q_c < 5$ Mpa), (2 untuk pasir kepadatan sedang ($5 \text{ Mpa} < q_c < 12 \text{ Mpa}$), (3 untuk pasir padat ($q_c > 12 \text{ Mpa}$)]

2. Tahanan Gesek

Untuk tiang pancang, tahanan gesek satuan diambil salah satu dari Persamaan berikut.

$$f_s = K_f \cdot q_f \text{ dengan } K_f = 1 \quad (8)$$

atau, bila tidak dilakukan pengukuran tahanan gesek sisi konus dapat diperoleh dari Persamaan 3.8 berikut .

$$f_s = K_c \cdot q_c \text{ dengan } K_c = 0,005 \quad (9)$$

Dengan :

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm²)

K_f = Koefisien modifikasi tahanan gesek sisi konus

K_c = Koefisien modifikasi tahanan konus

3.4 Analisis Penurunan Pondasi

Analisis penurunan pondasi tiang tunggal menggunakan metode perhitungan Metode *Poulos dan Davis* (1980).

Bila tiang dianggap mengapung (*floating pile*), maka perhitungan penurunan tiang menggunakan persamaan

$$K = E_p / E_s \quad (10)$$

$$I = I_o \times R_k \times R_h \times R_\mu \quad (11)$$

$$S = \frac{QI}{E_s \cdot d} \quad (12)$$

Pada penelitian ini menggunakan metode 2 metode yaitu : *Schmertmann & Nottingham* dan *Mayerhoff* Bagan alir penelitian bisa di lihat pada Gambar 1



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

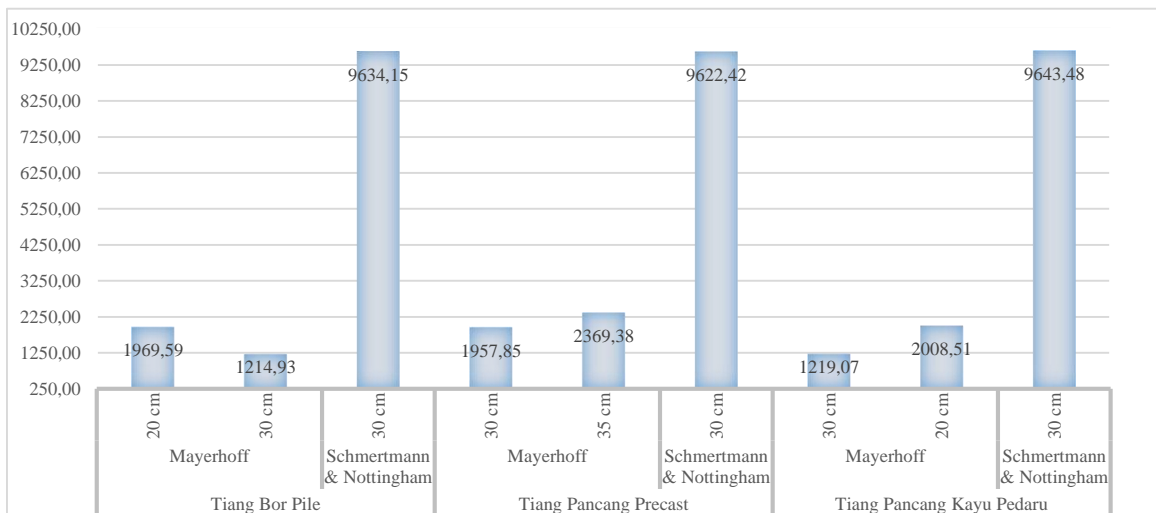
4.1 Perbandingan Kapasitas Dukung Tiang

Perhitungan kapasitas dukun pondasi tiang bored pile dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) metode yang berbeda yaitu metode Mayerhof dan metode *Schmertmann dan Nottingham* dengan kedalaman 19m. Diameter yang digunakan berbeda tiap tiang, tiang bored pile menggunakan diameter 15cm dan 20cm, tiang pancang precast menggunakan diameter 30cm dan 35cm, tiang pancang cerucuk kayu pedaru menggunakan diameter 8cm dan 10cm. Kapasitas dukung pondasi diperoleh dari penjumlahan tiag tahanan ujung dan tahanan gesek selimut tiang. Untuk lebih

jelasanya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2

Tabel 2 Perbandingan Kapasitas Dukung Pondasi Tiang

	Tiang Bor Pile			Tiang Pancang Precast			Tiang Pancang Kayu Pedaru		
	Mayerhoff		Schmertmann & Nottingham	Mayerhoff		Schmertmann & Nottingham	Mayerhoff		Schmertman Nottingham
P (kN)	417.10	417.10	417.10	417.10	417.10	417.10	417.10	417.10	417.10
Diameter (cm)	20.00	30.00	30.00	30.00	35.00	30.00	20.00	30.00	30.00
Qp (kN)	450.91	200.40	567.96	450.91	613.74	567.96	200.40	450.91	567.96
Qs (kN)	1528.01	1018.67	9075.52	1528.01	1782.67	9075.52	1018.67	1557.60	9075.52
Qu (kN)	1969.59	1214.93	9634.15	1957.85	2369.38	9622.42	1219.07	2008.51	9643.48
n (tiang)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00



Gambar 2 Perbandingan Kapasitas dukung Pondasi Tiang

Berdasarkan Tabel 2 di atas didapatkan hasil kapasitas dukung ultimit (Q_u) tiang bored pile metode Mayerhof dengan diameter 15cm dan 20cm, diperoleh masing-masing sebesar 874,4kN dan 1214,93 kN dan metode *Schmertmann* dan *Notingham* dengan diameter 15cm diperoleh 4658,84 kN.

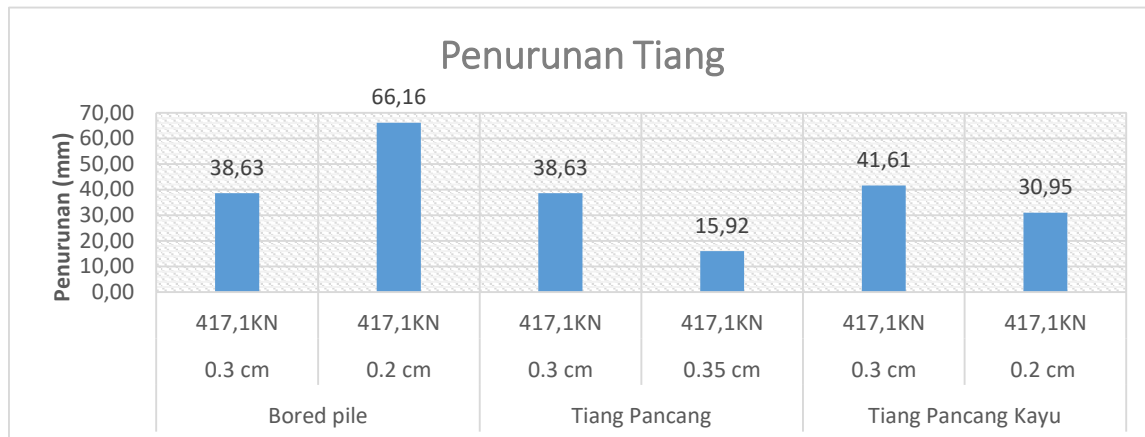
Kapasitas dukung ultimit (Q_u) tiang pancang precast metode Mayerhof dengan diameter 30cm dan 35cm, diperoleh masing-masing sebesar 1957,85 kN dan 2369,38 kN dan metode *Schmertmann* dan *Notingham* dengan diameter 30cm diperoleh 9599,25 kN.

Kapasitas dukung ultimit (Q_u) tiang pancang cerucuk kayu pedaru metode Mayerhof dengan diameter 8cm dan 10cm, diperoleh masing-masing sebesar 506,13 kN dan 654,16 kN dan metode *Schmertmann* dan *Notingham* dengan diameter 10cm diperoleh 3078,17 kN.

4.2 Penurunan Pondasi

Hasil analisis perhitungan penurunan pondasi bored pile dengan diameter 30 cm dan 20 cm masing-masing 38,63 mm dan 66,16 mm; penurunan pondasi tiang pancang precast dengan diameter 30 cm dan 35 cm masing-masing 38,633 mm dan 15,92 mm; penurunan pondasi tiang pancang kayu cerucuk pedaru dengan diameter 30 cm ialah 57,72 mm dan diameter 20 cm dengan cara *Schmertmann* ialah 30,946 mm.

Rekapitulasi penurunan pondasi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Kapasitas Dukung Pondasi Tiang

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kapasitas dukung pondasi tiang didapatkan beberapa kesimpulan, yakni sebagai berikut:

1. Dari analisis SAP didapatkan gaya-gaya dalam maksimum akibat kombinasi beban 1 pada frame 136 yakni, beban aksial $P = 417,10$ kN, gaya geser $V = 4.83$ kN, momen arah x (M_x) = 9,64 kNm dan momen arah y (M_y) = 9,8316 kNm; hasil yang di dapat dari analisis data sondir (cpt) digunakan $q_c = 65$ kg/cm² pada kedalaman 19m.
2. Hasil analisis kekuatan tiang *bored pile* ($\sigma = 503,3$ kg/cm²) lebih kecil tegangan ijin (σ ijin = 996 kg/cm²) menunjukkan tiang bored pile aman; kekuatan tiang pancang precast ($\sigma = 590,375$ kg/cm²) mencukupi klasifikasi pabrik yaitu ($\sigma = 1598,62$ kg/cm²) menunjukkan tiang pancang precast aman; kekuatan tiang pancang kayu ($\sigma = 1328,334$ kg/cm²) lebih kecil tegangan ijin (σ ijin = 2866,42 kg/cm²) menunjukkan tiang pancang kayu aman.
3. Hasil analisis kapasitas dukung pondasi tiang bored pile metode *Mayerhoff* diameter 30 cm dan 20 cm diperoleh masing-masing 1969,59 kN dan 1214,93 kN dan metode *Schmertmann* dan *Nottingham* dengan diameter 30cm diperoleh 9634,15 kN; pondasi tiang pancang precast metode *Mayerhoff*

dengan diameter 30cm dan 35cm, diperoleh masing-masing sebesar 1957,85 kN dan 2369,38 kN dan metode *Schmertmann* dan *Nottingham* dengan diameter 30cm diperoleh 9599,25 kN; pondasi tiang pancang cerucuk kayu pedaru metode *Mayerhoff* dengan diameter 20cm dan 30cm, diperoleh masing-masing sebesar 1219,07 kN dan 2008,51 kN dan metode *Schmertmann* dan *Nottingham* dengan diameter 20cm diperoleh 9643,48 kN lebih besar dari nilai $P = 417,10$ kN.

4. Hasil analisis perhitungan penurunan pondasi *bored pile* dengan diameter 30 cm dan 20 cm masing-masing 38,63 mm dan 66,16 mm; penurunan pondasi tiang pancang precast dengan diameter 30 cm dan 35 cm masing-masing 38,633 mm dan 15,92 mm; penurunan pondasi tiang pancang kayu cerucuk pedaru dengan diameter 30 cm ialah 57,72 mm dan diameter 20 cm dengan cara *Schmertmann* ialah 30,94 mm.

5.2 SARAN

Saran yang dapat peneliti berikan adalah agar diperoleh hasil yang lebih optimal dalam perencanaan pondasi bored pile, perlu dilakukan analisis-analisis lebih lanjut sebagai berikut :

1. untuk menganalisis pondasi dalam menggunakan bored pile sebaiknya menggunakan data uji tanah dari N-SPT karena bisa mengetahui jenis tanah pada tiap lapisan pengeboran tanpa bor tangan (*Hand Bor*),
2. Membandingkan hasil analisis pondasi tiang pancang cerucuk kayu pedaru dengan jenis kayu kelas 1 lainnya yang ada di Indonesia, seperti Kempas, Kranji, Merbau, Balau, Bangkirai, Balangerah, Giam, Keruing, Petarang dll.
3. Membandingkan hasil analisis pondasi secara numerik lainnya, seperti *open sees* dan *florida pier*,

Daftar Pustaka

- Arifin, Zainul (2007). “Komparasi Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal Dihitung dengan Beberapa Metode Analisis”. (http://eprints.undip.ac.id/17872/1/Zainul_Arifin.pdf)
- Frick, H., Moediartianto. 2003. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu*, Pengantar Konstruksi Kayu. Yogyakarta : Kanisius.
- Hardiyatmo, H.C.,2002, Teknik Pondasi 1. Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C.,2003, Teknik Pondasi 2. Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hidayat (2018). “Perencanaan Ulang Struktur Bawah dengan Pondasi *Bored Pile* pada Gedung White Hotel Sedan Yogyakarta”.
- Nurmawaty (2018).” Perencanaan Ulang Struktur Bawah dengan Pondasi *Bored Pile*”.
- Saputra, A. (2018). “Analisis Perkuatan Cerucuk Kayu Bakau dan Kayu Mahan Terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Gambut”. (https://jom.unri.ac.id/index.php/JOM_FTEKNIK/article/viewFile/18687/18061)
- Ulfa, J. (2015). “Analisis Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)”.
- Widjaja dan Wahyuningsih (2017). “Perbandingan Daya Dukung Pondasi Akibat Perbedaan Metode Konstruksi Pondasi Dalam”. (<https://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/article/view/32942/19917>) (<http://www.rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/viewFile/116/117>).
- Wiharjanti (2002). “Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile Jembatan KaliGung Kendakserut Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal Jawa Tengah”.
- Wiryomartomo, S., 1976. *Konstruksi Kayu*. Jilid 2, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.