

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA SONDIR (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT PENDIDIKAN UNIVERSITAS JAMBI)

Icha Yulya Mardianti¹, M. Nuklirullah², Dila Oktarise Dwina³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

^{2,3} Dosen Fakultas Sains dan Teknologi, Sipil, Universitas Jambi

Jalan Raya Jambi-Ma Bulian, KM.15, Mendalo Indah, Jambi, Kode Pos: 36361

Email : ichajb715@gmail.com

ABSTRAK

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang digunakan untuk menyalurkan beban struktur ke lapisan tanah keras yang memiliki kapasitas daya dukung tinggi yang letaknya cukup dalam didalam tanah. Studi analisa daya dukung tanah pondasi tiang pancang dilaksanakan pada proyek pembangunan gedung rumah sakit pendidikan Universitas Jambi menggunakan data uji sondir. Tujuan dari studi ini yaitu menghitung daya dukung pondasi dan daya dukung ijin tiap kelompok pondasi tiang pancang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Aoki dan De Alencar, metode Schertmann dan Nottingham dan metode Langsung. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode Schertmann dan Nottingham yaitu $Q_u = 301,5$ ton dan $Q_a = 100,5$ ton, dan metode Langsung yaitu $Q_u = 251,09$ ton dan $Q_a = 63,024$ serta metode Aoki de Alencar yaitu $Q_u = 142,848$ ton dan $Q_a = 71,394$ ton. Kapasitas daya dukung ijin pondasi tiang pancang pada tiang tunggal yaitu 63,024 ton, tiang pancang kelompok 2 tiang yaitu 142,848 ton dan tiang pancang kelompok 3 tiang yaitu 171,418 ton sedangkan tiang pancang kelompok 4 tiang yaitu 199,987 ton.

Kata kunci : *analisis struktur, pondasi, daya dukung pondasi*

ABSTRACT

Pile foundation is one type of deep foundation that is used to transmit structural loads to a hard soil layer that has a high bearing capacity which is located deep enough in the soil. The study of the analysis of the bearing capacity of the pile foundation soil was carried out on the construction project of the Jambi University teaching hospital building using sondir test data. The purpose of this study is to calculate the bearing capacity of the foundation and the allowable bearing capacity of each group of pile foundations. The method used in this research is the Aoki and De Alencar method, the Schertmann and Nottingham method and the Direct method. From the results of the research that has been carried out, it is found that the carrying capacity of the pile foundation using the Schertmann and Nottingham methods is $Q_u = 301.5$ tons and $Q_a = 100.5$ tons, and the Direct method is $Q_u = 251.09$ tons and $Q_a = 63.024$ and the Aoki method de Alencar, namely $Q_u = 142.848$ tons and $Q_a = 71.394$ tons. The permit bearing capacity for single pile foundations is 63,024 tons, group 2 pile is 142,848 tons and group 3 pile is 171,418 tons while group 4 pile is 199.987 tons.

Keywords : *analysis of structure, foundation, bearing capacity of foundation*

PENDAHULUAN

Analisis daya dukung dilakukan untuk dapat mengetahui nilai daya dukung dalam menerima beban struktur di atasnya, daya dukung tanah penting bagi bangunan di atasnya. Salah satu parameter daya dukung dapat dilihat berdasarkan perhitungan menggunakan data uji sondir.

Gedung Rumah Sakit ini dibangun untuk menjamin mutu pelayanan medis bagi mahasiswa di lingkungan Universitas Jambi. Gedung Rumah Sakit ini juga bisa digunakan untuk wahana pembelajaran klinis bagi mahasiswa kedokteran serta guna menjamin terselenggaranya pelayanan medis yang berkualitas di lingkungan Universitas Jambi.

Pengujian sondir untuk perhitungan daya dukung pada penelitian ini diambil 8 (delapan) titik sondir pada lokasi Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi. Perencanaan pondasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pondasi dalam jenis pondasi tiang pancang.

Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi ini telah berada dalam 3 tahap proses pembangunan. Gedung ini pertama kali didirikan pada tahun 2010 tetapi karena adanya kendala maka pembangunan terhenti sementara dan dilanjutkan lagi pada tahun 2020. Dikarenakan bangunan belum selesai maka akan dilanjutkan lagi untuk pembangunan yang akan dilakukan berikutnya. Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi ini memiliki luas bangunan 32.256 m².

Desain pra rancangan pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi ini terbagi dalam 3 tahap pembangunan berdasarkan skala prioritas dan kebutuhan. Pada tahap 1 yaitu meliputi pembangunan gedung poliklinik, medik sentral, diagnostik, penataan lansekap, parkir, dan jalur perifer. Pada tahap 2 yaitu pembangunan gedung instalansi rawat inap 1 dan 2, akademik 1 dan gedung servis. Sementara pada tahap 3

akan menjadi pembangunan gedung instalasi rawat inap 3 dan akademik.

Salah satu aspek penting dalam perencanaan Gedung Rumah Sakit Universitas Jambi ini yaitu kekuatan struktur dan jenis pondasi. Perhitungan kekuatan struktur pondasi salah satunya ditentukan oleh daya dukung tanah. Dengan mengetahui kondisi daya dukung tanah, kita bisa merencanakan suatu konstruksi yang kokoh, aman serta ekonomis.

Kapasitas Pondasi Tiang Pancang

Dari data pengujian CPT (*cone penetration test*) atau sondir dapat digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dan diklasifikasikan atas beberapa metode diantaranya :

1. Metode Aoki De Alencar (1975)

Aoki De Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas kuat dukung ultimit pondasi tiang pancang.

Kapasitas daya dukung persatuan luas (q_b) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q_b = Ab \times qc \text{ rerata} \quad (1)$$

Tahanan dinding (f_s) diprediksi sebagai berikut:

$$f_s = 0,012 \times qc \text{ rerata} \quad (2)$$

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas daya dukung ultimit dan izin dari data sondir diperoleh sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (3)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (4)$$

Dimana :

Q_b = Kapasitas daya dukung ujung tiang

Q_s = Kapasitas daya dukung selimut tiang

2. Metode Schertmann dan Nottingham

Kuat dukung ultimit neto (Q_u) dan izin (Q_a) dihitung dengan persamaan seperti berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (5)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (6)$$

Dimana :

Q_b = Kapasitas daya dukung ujung tiang

Q_s = Kapasitas daya dukung selimut tiang

a. 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 $4d$ dibawah tiang. Langkah – langkah penentuan q_{ca} adalah sebagai berikut :

- a) Perhatikan diagram tahanan kerucut (q_c) per kedalamannya dan pilihlah kedalaman sementara yang dianggap mendekati kapasitas ultimit bahan tiang yang dipakai.
- b) Pada kedalaman tiang yang ditinjau, perhatikan tahanan konus rata – rata (q_c) diambil pada jarak $8d$ diatas kedalaman ujung tiang dan $4d$ dibawahnya.
- c) Tentukan q_{c1} dengan menghitung nilai rata – rata tahanan kerucut (q_c) pada zona $4D$ dibawah dasar tiang.
- d) Tentukan $q_c 2$ dengan menghitung nilai rata – rata tahanan kerucut (q_c) pada zona $8D$ diatas tiang.
- e) Hitung $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_c 1 + q_c 2)$.
- f) Hitung tahanan ujung satuan dengan persamaan sebagai berikut :

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (15.000kN/m}^2\text{)}$$

Dimana :

f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)
 ω = Koefisien korelasi yang bergantung pada OCR

Tabel 1. Faktor ω (deRuijter dan Beringen, 1979)

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 : Bowles, 1996

g) Tahanan gesek satuan.

$$f_s = K_c + q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (8)$$

Dimana :

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatas sampai $1,2 \text{ kg/cm}^2$.

q_c =Tahanan gesek sisi konus (kg/cm^2).

K_c = Koefisien tak berdimensi.

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

Tiang baja ujung bawah terbuka :

$$K_c = 0,8 \%$$

Tiang baja ujung bawah tertutup :

$$K_c = 1,8 \%$$

Tiang beton :

$$K_c = 1,2 \%$$

3. Metode Langsung

Metode langsung ini dikemukakan oleh beberapa ahli seperti Meyerhoff, Begemann serta Tomlimson. Metode langsung juga telah menghasilkan persamaan untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan data hasil pengujian sondir atau CPT dan juga data SPT. Sehingga daya dukung ultimit dan daya dukung ijin pondasi tiang berdasarkan data CPT dinyatakan dengan rumus :

$$q_u = q_c \times A_p + JHL \times p \quad (9)$$

$$q_a = (q_c \times A_b) / 3 + (JHL \times K) / 5 \quad (10)$$

Dimana :

A_p = luas penampang (m^2)

JHL = jumlah hambatan lekat dari data CPT (kg/cm)

3 = faktor keamanan untuk daya dukung tiang

5 = faktor keamanan untuk gesekan selimut tiang

q_c = nilai konus

q_u = nilai daya dukung ultimit (ton)

qa = nilai daya dukung ijin (ton)
 Menentukan qc 1 dengan menghitung nilai rata – rata tahanan kerucut (qc) pada zona 4D dibawah dasar tiang serta menentukan qc 2 dengan menghitung nilai rata – rata tahanan kerucut (qc) pada zona 8D diatas tiang.

Tahanan ujung tiang (Qb) diprediksi sebagai berikut :

$$Q_b = q_c \times A_b \quad (11)$$

Tahanan kulit tiang (Qs) diprediksi sebagai berikut :

$$Q_s = JHL \times p \quad (12)$$

Daya Dukung Pondasi Tiang Kelompok

Nilai kapasitas daya dukung ultimit tiang kelompok memperhatikan faktor efisiensi tiang, dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u \quad (13)$$

Dimana :

Qg = Daya dukung tiang kelompok

Eg = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang dalam kelompok

Qu = Daya dukung tiang tunggal

Persamaan efisiensi kelompok tiang Formula Das (Rahardjo, 2013) :

$$E_g = \frac{(2(m+n-2)S+4D)}{p \cdot m \cdot n} \quad (14)$$

Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang

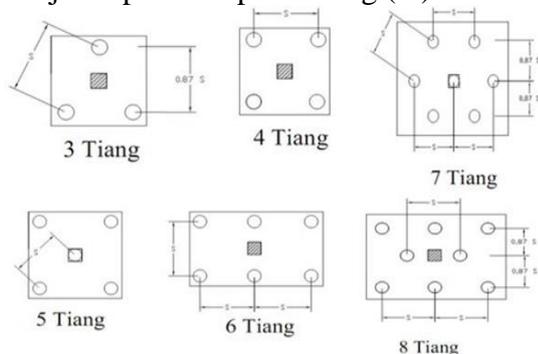
m = jumlah tiang pada deret baris

n' = jumlah tiang pada deret kolom

D = diameter penampang tiang

d = diameter tiang (m)

s = jarak pusat ke pusat tiang (m)



Gambar 1. Definisi jarak S dalam hitungan efisiensi kelompok tiang

Sumber : Hardiyatmo, 2015

Daya dukung ijin pondasi diperoleh dari daya dukung ultimit pondasi tersebut

dibagi dengan suatu faktor keamanan yang besar minimumnya 3 untuk pondasi dangkal dan 2,5 untuk pondasi dalam. Persamaan daya dukung ijin tiang kelompok, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F}, \text{ untuk } (Q_u \cdot n > Q_g) \quad (15)$$

$$Q_{ga} = \frac{Q_u \cdot n}{F}, \text{ untuk } (Q_u \cdot n < Q_g) \quad (16)$$

Dimana:

Qga = Daya dukung ijin kelompok tiang

Qu = Daya dukung tiang tunggal

Qg = Daya dukung tiang kelompok

n = Jumlah tiang setiap kelompok

F = Nilai faktor aman (2,5)

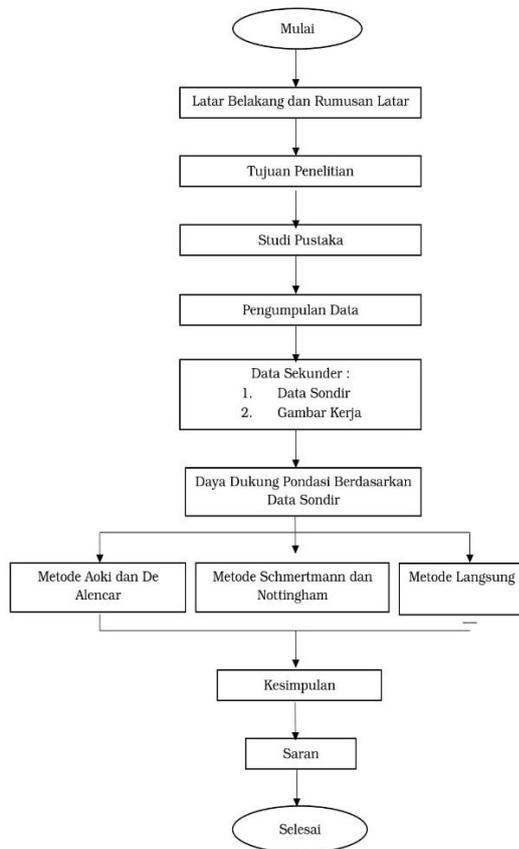
METODE

Untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian ini maka dilakukan beberapa tahapan teknik pengumpulan dan pengolahan data yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

1. Melakukan review dan studi terhadap text book, tugas akhir dari para pendahulu dan jurnal-jurnal yang terkait dengan pondasi tiang pancang.
2. Meninjau langsung ke lokasi pengambilan data yang dianggap perlu.
3. Pelaksanaan pengumpulan data-data yang diperlukan.
4. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data dilapangan dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencar (1975), Metode Schmertmann dan Nottingham dan Metode Langsung.
5. Menghitung daya dukung pondasi tiang kelompok
6. Membandingkan hasil kuat dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data dilapangan dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencar (1975), Metode Schmertmann dan Nottingham dan Metode Langsung.
7. Membuat kesimpulan terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Proses yang akan dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir analisis perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan pengujian data

sondir pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi yaitu sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung kapasitas pondasi tiang pancang

1. Metode Aoki dan De Alencar

Diameter tiang (D) = 30 cm
 Luas Penampang (Ab) = 900 cm²
 Qc rerata = 46,68 kg/cm²
 Angka keamanan (SF) = 2 (untuk dasar tanpa pembebanan)
 Perhitungan daya dukung ujung (Qb) :
 $Qb = Ab \times Qc \text{ rerata}$
 $= 900 \times 46,68$
 $= 42012 \text{ kg} = 42,012 \text{ ton.}$
 Perhitungan luas selimut (As) :
 $As = Kt \times L = 120 \times 1500 = 180.000 \text{ cm}^2$
 Perhitungan tahanan dinding (Fs) :
 $Fs = 0,012 \times Qc \text{ rerata}$
 $= 0,012 \times 46,68 = 0,5602 \text{ kg/cm}^2$

Perhitungan daya dukung kulit (Qs) :

$$Qs = As \times Fs$$

$$= 180.000 \times 0,5602$$

$$= 100836 \text{ kg} = 100,836 \text{ ton}$$

Perhitungan daya dukung ultimit (Qu) :

$$Qu = Qb + Qs$$

$$= 42012 + 100836$$

$$= 142848 \text{ kg} = 142,848 \text{ ton}$$

Perhitungan daya dukung ijin (Qa) :

$$Qa = Qu/SF$$

$$= 142,848/2$$

$$= 71424 \text{ kg} = 71,424 \text{ ton}$$

Tabel 2. Rekapitulasi daya dukung tiang pancang metode Aoki de Alencar

Depth (m)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
15.00	42,012	100,836	142,848	71,424

Sumber : Analisis Data, 2022

2. Metode Schertmann dan Nottingham

Diameter tiang (D) = 30 cm
 Panjang tiang (L) = 1500 cm
 Luas Penampang (Ab) = 900 cm²
 Keliling tiang (Kt) = 120 cm
 Tahanan konus (qc) = 100 kg/cm²
 Data titik S2 pada kedalaman 15 meter yaitu sebagai berikut :

qc 1 = Rata – rata pada zona 0,7D atau 4D dibawah tiang, $0,7(0,3) = 0,21 \text{ m}$

$$= \frac{100+100}{2} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

qc 2 = Rata – rata pada zona 8D diatas dasar tiang, $8(0,3) = 2,4 \text{ m}$

$$= \frac{75+85+100+115+95+80+85+85++80+90+100}{11}$$

$$= \frac{990}{11} = 90 \text{ kg/cm}^2$$

$$qca = \frac{1}{2} (qc 1 + qc 2)$$

$$= \frac{1}{2} (100+90)$$

$$= \frac{1}{2} (190) = 95 \text{ kg/cm}^2$$

Tahanan ujung satuan tiang (fb) :

$$fb = \omega qca = 1 \times 95 = 95 \text{ kg/cm}^2$$

Daya dukung ujung tiang (Qb) :

$$Qb = fb \times Ab$$

$$= 95 \times 900$$

$$= 85500 \text{ kg} = 85,5 \text{ ton}$$

Tahanan gesek satuan (fs) :

Koefisien tak berdimensi (kc) = 1,2 % (Tiang beton).

Analisis Daya Dukung... (Icha/hal 51-60)

$$\begin{aligned}
 f_s &= k_c \times q_c \\
 &= 100 \times 1,2 \% = 1,2 \text{ kg/cm}^2 = 1,2 \text{ kg/cm}^2 \\
 \text{Luas selimut tiang (As)} &: \\
 A_s &= K_t \times L = 120 \times 1500 = 180.000 \text{ cm}^2 \\
 \text{Daya dukung sisi tiang (Qs)} &: \\
 Q_s &= f_s \times A_s \\
 &= 1,2 \times 180000 \\
 &= 216000 \text{ kg} = 216 \text{ ton} \\
 \text{Daya dukung ultimit (Qu)} &: \\
 \text{Daya dukung ultimit (Qu)} &: \\
 Q_u &= Q_b + Q_s \\
 &= 85500 + 216000 \\
 &= 301500 \text{ kg} \\
 &= 301,5 \text{ ton} \\
 \text{Daya dukung ijin (Qa)} &: \\
 Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
 &= \frac{301500}{3} \\
 &= 100500 \text{ kg} \\
 &= 100,5 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Rekapitulasi daya dukung tiang pancang metode Schertmann dan Nottingham

Depth (m)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
15.00	85,5	216	301,5	100,5

Sumber : Analisis Data, 2022

3. Metode Langsung

Diameter tiang (D) = 30 cm
 Panjang tiang (L) = 1500 cm
 Luas Penampang (Ab) = 900 cm²
 Keliling tiang (Kt) = 120 cm
 Tahanan ujung sondir (PK) = 100kg/cm²
 Jumlah hambatan lekat (TF) = 1376kg/cm²
 Data titik S3 pada kedalaman 15 meter yaitu sebagai berikut :
 $q_c 1 = \text{Rata - rata pada zona 8D diatas ujung tiang, } 8(0,3) = 2,4 \text{ m}$

$$= \frac{75+85+100+115+95+80+85+85+80+90+100}{11}$$

$$= \frac{990}{11}$$

$$= 100 \text{ kg/cm}^2$$

 $q_c 2 = \text{Rata - rata pada zona 4D dibawah ujung tiang, } 4(0,3) = 1,2 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{100+100+105+110+110+120+125}{7} \\
 &= \frac{770}{7} \\
 &= 110 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah hambatan lekat (JHL) pada kedalaman 15 meter = 1376 kg/cm².

Tahanan ujung tiang (Qb)

$$\begin{aligned}
 Q_b &= q_c \times A_b \\
 &= 100 \times 900 \\
 &= 90000 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 90 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tahanan kulit tiang (Qs)

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \text{JHL} \times p \\
 &= 1376 \times 120 \\
 &= 165120 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 165,120 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kuat dukung ultimit (Qu)

$$\begin{aligned}
 Q_u &= q_c \times A_p + \text{JHL} \times p \\
 &= 90 + 165,120 \\
 &= 255,12 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin (Qa)

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{\text{JHL} \times p}{5} \\
 &= \frac{90000}{3} + \frac{165120}{5} \\
 &= 30000 + 33024 \\
 &= 63024 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 63,024 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Rekapitulasi daya dukung tiang pancang metode Langsung

Depth (m)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
15.00	88,578	165,120	255,12	63,024

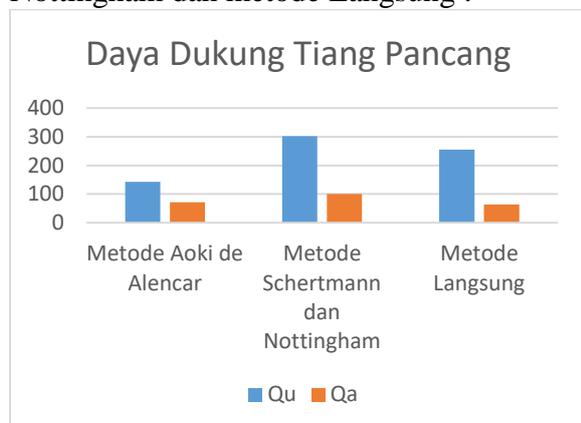
Sumber : Analisis Data, 2022

Tabel 5. Rekapitulasi perbandingan daya dukung tiang pancang dengan metode Aoki de Alencar, metode Schertmann dan Nottingham dan metode Langsung

Metode	Qu	Qa
Metode Aoki de Alencar	142,848	71,424
Metode Schertmann dan Nottingham	301,5	100,5
Metode Langsung	255,12	63,024

Sumber : Analisis Data, 2022

Berikut ini grafik perbandingan daya dukung tiang pancang dengan metode Aoki de Alencar, metode Schertmann dan Nottingham dan metode Langsung :



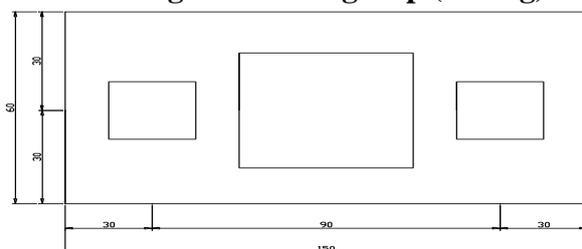
Gambar 3. Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang

Sumber : Analisis Data, 2022

Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Kelompok

Untuk perhitungan daya dukung pondasi tiang ini menggunakan 3 metode yaitu metode Aoki de Alencar, metode Schertmann dan Nottingham, serta metode Langsung.

1. Perhitungan efisiensi group (2 tiang)



Gambar 4. Susunan Pondasi Kelompok 2 Tiang

Sumber : PT. Nusa Graha Indah, 2020

Dari persamaan (14) efisiensi kelompok tiang (Eg) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 1, m = 2$$

$$Eg = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} = \frac{2(2+1-2)90+4(30)}{120.2.1} = 1,25$$

Dari persamaan (15) daya dukung pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qg = Eg.n.Qu = 1,25 \times 2 \times 142,848 = 357,12 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qg = Eg.n.Qu = 1,25 \times 2 \times 301,5 = 753,75 \text{ ton.}$$

c. Metode Langsung

$$Qg = Eg.n.Qu = 1,25 \times 2 \times 255,15 = 637,87 \text{ ton.}$$

Dari persamaan (16) daya dukung ijin pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{357,12}{2,5} = 142,848 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{753,75}{2,5} = 301,5 \text{ ton.}$$

c. Metode Schertmann dan Nottingham

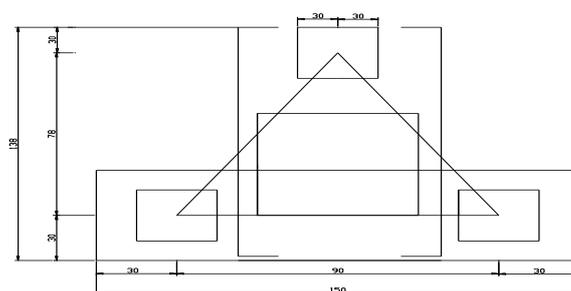
$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{637,87}{2,5} = 255,148 \text{ ton.}$$

Tabel 6. Rekapitulasi Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok 2 Tiang

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode Aoki de Alencar	142,848	357,12	142,848
Metode Schertmann Nottingham	301,5	753,75	301,5
Metode Langsung	255,15	637,87	255,148

Sumber : Analisis Data, 2022

2. Perhitungan efisiensi group (3 tiang)



Gambar 5. Susunan Pondasi Kelompok 3 Tiang

Sumber : PT. Nusa Graha Indah, 2020

Dari persamaan (14) efisiensi kelompok tiang (Eg) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 2, m = 2$$

$$Eg = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} = \frac{2(2+2-2)90+4(30)}{120.2.2} = 1$$

Dari persamaan (15) daya dukung pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qg = Eg.n.Qu = 1 \times 3 \times 142,848 = 428,544 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qg = Eg.n.Qu = 1 \times 3 \times 301,5 = 904,5 \text{ ton.}$$

c. Metode Langsung

$$Qg = Eg.n.Qu = 1 \times 3 \times 255,15 = 765,45 \text{ ton.}$$

Dari persamaan (16) daya dukung ijin pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{428,544}{2,5} = 171,418 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{904,5}{2,5} = 361,8 \text{ ton.}$$

c. Metode Langsung

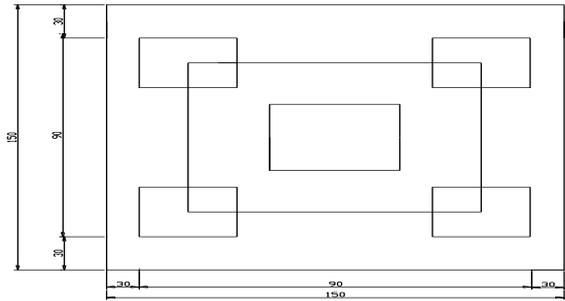
$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{765,45}{2,5} = 306,18 \text{ ton.}$$

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok 3 Tiang

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode Aoki de Alencar	142,848	428,544	171,418
Metode Schertmann dan Nottingham	301,5	904,5	361,8
Metode Langsung	255,15	765,45	306,18

Sumber : Analisis Data, 2022

3. Perhitungan efisiensi group (4 tiang)



Gambar 6. Susunan Pondasi Kelompok 4 Tiang

Sumber : PT. Nusa Graha Indah, 2020

Dari persamaan (2.16) efisiensi kelompok tiang (Eg) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 4, m = 2$$

$$Eg = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} = \frac{2(2+4-2)90+4(30)}{120.2.4} = 0,875$$

Dari persamaan (2.17) daya dukung pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qg = Eg.n.Qu = 0,875 \times 4 \times 142,848 = 499,968 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qg = Eg.n.Qu = 0,875 \times 4 \times 301,5 = 1055,25 \text{ ton.}$$

c. Metode Langsung

$$Qg = Eg.n.Qu = 0,875 \times 4 \times 255,15 = 893,025 \text{ ton.}$$

Dari persamaan (2.18) daya dukung ijin pondasi tiang kelompok yaitu :

a. Metode Aoki de Alencar

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{499,968}{2,5} = 199,987 \text{ ton.}$$

b. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{1055,25}{2,5} = 422,1 \text{ ton.}$$

c. Metode Langsung

$$Qga = \frac{Qg}{F} = \frac{893,025}{2,5} = 357,21 \text{ ton.}$$

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok 4 Tiang

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode Aoki de Alencar	142,848	499,968	199,987
Metode Schertmann dan Nottingham	301,5	1055,25	422,1
Metode Langsung	255,15	893,025	357,21

Sumber : Analisis Data, 2022

Daya dukung ijin pondasi tiang pancang tiang tunggal metode Schertmann dan Nottingham yaitu 100,5 ton, metode Aoki de Alencar yaitu 71,424 ton dan metode Langsung yaitu 63,024 ton. Maka struktur atas pada tiang tunggal tidak boleh lebih dari 63,024 ton.

Daya dukung ijin pondasi tiang pancang kelompok 2 metode Schertmann dan Nottingham yaitu 301,5 ton, metode Langsung yaitu 255,148 ton dan metode Aoki de Alencar yaitu 142,848 ton. Maka struktur atas pada tiang pancang kelompok 2 tiang tidak boleh lebih dari 142,848 ton.

Daya dukung ijin pondasi tiang pancang kelompok 3 dengan metode Schertmann dan Nottingham lebih besar yaitu 361,8 ton, metode Langsung yaitu 306,18 ton serta metode Aoki de Alencar yaitu 171,418 ton. Maka struktur atas pada tiang pancang kelompok 3 tiang tidak boleh lebih dari 171,418 ton.

Dan juga daya dukung ijin pondasi tiang pancang kelompok 4 dengan metode Schertmann dan Nottingham lebih besar yaitu 422,1 ton, metode Langsung yaitu 357,21 ton serta metode dengan daya dukung terkecil yaitu metode Aoki de Alencar yaitu 199,987 ton. Maka struktur atas pada tiang pancang kelompok 4 tiang tidak boleh lebih dari 199,987 ton.

Daya dukung pondasi tiang pancang pada Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi ini Jambi yang

digunakan dilapangan tidak boleh lebih dari daya dukung ijin pada tiap tiang. Maka untuk pembebanan struktur atas tidak boleh melebihi kekuatan daya dukung pondasi.

Hasil perhitungan ini bisa dijadikan referensi untuk pembangunan selanjutnya serta untuk perhitungan pembebanan struktur atas pada bangunan ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan Pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode Schertmann dan Nottingham yaitu $Q_u = 301,5$ ton dan $Q_a = 100,5$ ton, dan metode Langsung yaitu $Q_u = 251,09$ ton dan $Q_a = 63,024$ serta metode Aoki de Alencar yaitu $Q_u = 142,848$ ton dan $Q_a = 71,394$ ton.
2. Kapasitas daya dukung ijin pondasi tiang pancang pada tiang tunggal tidak boleh dari 63,024 ton, tiang pancang kelompok 2 tiang tidak boleh lebih dari 142,848 ton dan tiang pancang kelompok 3 tiang tidak boleh lebih dari 171,418 ton sedangkan tiang pancang kelompok 4 tiang tidak boleh lebih dari 199,987 ton. Maka daya dukung pondasi tiang pancang pada Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi yang digunakan dilapangan tidak boleh lebih dari daya dukung ijin pada tiap tiang. Maka untuk pembebanan struktur atas tidak boleh melebihi kekuatan daya dukung pondasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agata Iwan Candra, Anasrudin Yusuf, 2018, Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Pembangunan Gedung LP3M Universitas Kadiri, Jurnal CIVILLA, Universitas Kadiri.
- Das, b.m. 1984., Principles Of Foundation Engineering. Pws Publishers, Boston.

- Fendy. 2011. *Pemeriksaan Kekuatan Tanah dengan Sondir (Dutch Cone Penetrometer)*.
- Fitriyana, A, 2021, Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Akibat Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, *Jurnal Talenta Sipil*, Universitas Jambi.
- Gunawan, R. 1983. *Teknik Pengantar Pondasi*. Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI) – Yogyakarta.
- Hafidzi, Muhammad, 2021, Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Pada Pembangunan Gedung Baru UNISKA Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala, *Jurnal ePrints UNISKA*, Universitas Islam Kalimantan MAB.
- Hardiyatmo, H.C., 1996, *Teknik Fondasi I*, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2008, *Teknik Fondasi II, Edisi keempat*, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christandy. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI.
- Irma Ridhayani, Irfan Saputra, 2021, Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat, *Jurnal Bandar : Journal Of Civil Engineering*, Universitas Sulawesi Barat
- Riswiyanto, 2019, Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir dan Kalendering Pada Bangunan Gedung Asrama BLK Provinsi Kalimantan Timur, *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Simatupang, P.T., 2004. *Modul Rekayasa Pondasi II. Kesatu*. Jakarta: Universitas Mercubuana.
- Sorsodarsono, S. 1980. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Penerbit PT. Pradnya Paramita – Jakarta.
- Tambunan, J, 2012, Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang, *Jurnal Rancang Sipil*, Universitas Simalungun.