

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR PELAYANAN PAJAK PRATAMA BALIGE

**Yohana Christine Kurniawan¹, Ammar Musaddiq Djarens²,
Muhammad Mabrrur, S.T., M.T.³**

Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan^{1,2,3}, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
yohanakurniawan@students.polmed.ac.id¹, ammardjarens@students.polmed.ac.id²,
muhammadmabrrur@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Pondasi berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur di atasnya ke lapisan tanah pendukung atau batuan yang berada di bawahnya. Oleh karena itu, perhitungan daya dukung pondasi merupakan hal yang penting untuk dilakukan pada pekerjaan konstruksi. Tujuannya adalah untuk mengetahui daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal dan daya dukung izin pondasi grup tiang pancang berdasarkan data SPT, sampai perhitungan penurunan tiang pancang. Metode ini diawali dengan pengumpulan data yaitu dengan pengambilan data dari pihak Konsultan MK, lalu dilakukan perhitungan daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal dan daya dukung izin pondasi grup tiang pancang dengan metode *Meyerhoff*, perhitungan penurunan tiang pancang tunggal dengan metode *Semi Empiris*, dan perhitungan penurunan grup tiang pancang dengan metode *Vesic*. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal diameter 30 cm pada kedalaman 18 m dari data SPT dengan menggunakan metode *Meyerhoff* didapat sebesar 37,175 ton. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung izin pondasi grup tiang pancang P2K2 adalah 74,351 ton, P3K2 adalah 111,526 ton, dan P4K3 adalah 148,701 ton. Berdasarkan hasil perhitungan penurunan pondasi grup tiang pancang menggunakan metode *Vesic* yaitu P2K2 sebesar 14,862 mm, P3K2 sebesar 16,274, dan P4K3 sebesar 14,015 mm.

Kata Kunci : Daya Dukung, Pondasi Tiang Pancang, Penurunan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara umum pondasi dikelompokkan ke dalam dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pengelompokan tersebut didasarkan pada kedalamannya. Pondasi dangkal (*shallow foundation*) adalah pondasi yang tidak memerlukan galian tanah yang terlalu dalam karena sudah mencapai lapisan tanah dangkal yang keras, biasanya digunakan pada bangunan sederhana. Yang termasuk pondasi dangkal yaitu pondasi setempat, pondasi menerus, pondasi pelat, pondasi cakar ayam, dan pondasi sarang laba-laba. Sedangkan pondasi dalam (*deep foundation*) adalah pondasi yang memerlukan pemancangan atau pengeboran yang dalam karena lapisan tanah keras yang dicapai berada di kedalaman yang cukup dalam, biasanya digunakan pada bangunan gedung bertingkat tinggi. Contohnya yaitu, pondasi tiang pancang, pondasi piers, dan pondasi bore pile.

Dalam penentuan jenis pondasi yang akan digunakan dalam konstruksi gedung dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kedalaman tanah keras, jenis tanah pada lokasi, dan beban yang akan dipikul oleh pondasi. Ada dua hal yang harus diperhatikan dalam mendesain sistem pondasi, yaitu daya dukung pondasi harus lebih besar dari beban yang bekerja pada pondasi dan besarnya penurunan pondasi harus lebih kecil dari penurunan yang diizinkan.

Yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah perhitungan daya dukung pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. Setelah dilakukan penyelidikan tanah, perhitungan beban, dan identifikasi lingkungan sekitar, maka pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige digunakan pondasi tiang pancang penampang bulat (*spun pile*). Karena lapisan tanah keras pada proyek tersebut berada pada kedalaman 20 meter. Tiang pancang tersebut dimasukkan dengan sistem *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD). *Hydraulic Static Pile System* merupakan suatu sistem pemancangan pondasi tiang

yang dilakukan dengan cara menekan tiang pancang masuk ke dalam tanah dengan menggunakan dongkrak *hydraulic* yang diberi beban *counterweight*.

Rumusan Masalah

1. Berapa kapasitas daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT)?
2. Berapa kapasitas daya dukung izin pondasi tiang pancang grup P2K2, P3K2, dan P4K3 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige?
3. Berapa besar penurunan pondasi grup tiang P2K2, P3K2, dan P4K3 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa kapasitas daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige.
2. Untuk mengetahui berapa kapasitas daya dukung izin pondasi grup tiang pancang P2K2, P3K2, dan P4K3 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige.
3. Untuk mengetahui berapa besar penurunan pondasi grup tiang P2K2, P3K2, dan P4K3 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode *Standard Penetration Test* (SPT)

SPT merupakan metode pengujian tanah yang dilakukan melalui cara penumbukan untuk mengetahui perlawanan dinamik maupun pengambilan contoh. Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji SPT. Berdasarkan buku "*Analisis dan Perancangan Fondasi IP*" Meyerhoff (1976) mengusulkan N_b adalah nilai rata-rata yang dihitung dari 8D di atas dasar tiang sampai 4D di bawah dasar tiang. Nilai N rata-rata ditentukan dengan rumus:

$$N_b = \frac{N_{atas} + N_{bawah}}{2} \quad (1)$$

Dimana:

\bar{N}_{atas} = rata-rata nilai N sejauh 8D ke atas dari ujung tiang

\bar{N}_{bawah} = rata-rata nilai N sejauh 4D ke bawah dari ujung tiang

Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal dari Hasil SPT

Daya dukung tiang tunggal berdasarkan *Standard Penetration Test* (SPT) menurut Meyerhoff (1956) sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s - W_p \quad (2)$$

Dimana:

Q_{ult} = daya dukung ultimit (ton)

Q_s = daya dukung selimut (ton)

Q_b = daya dukung ujung (ton)

W_p = berat tiang (ton)

Sehingga:

$$Q_{ult} = Q_b + (Q_{s_{clay}} + Q_{s_{sand}}) - W_p \quad (3)$$

$$Q_{ult} = (40 \cdot N_b \cdot A_b) + \left(\frac{N_c}{2} \cdot A_{sc} + \frac{N_s}{5} \cdot A_{ss}\right) - (\text{Volume tiang} \times \gamma_{beton}) \quad (4)$$

Dimana:

N_b = nilai rata-rata N, berjarak 8D ke atas dan 4D ke bawah dari ujung tiang

A_b = luas penampang ujung tiang (m^2)

N_c = nilai rata-rata N pada lapisan lempung

A_{sc} = luas selimut tiang pada lapisan lempung (m^2)

N_s = nilai rata-rata N pada lapisan pasir

A_{ss} = luas selimut tiang pada lapisan pasir (m^2)

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Γ_{beton} = massa jenis beton (2,5 ton/m³)

Meyerhoff menganjurkan nilai $m = 40$ untuk koefisien perlawanan ujung tiang dan nilai $n = 0,2$ untuk koefisien perlawanan gesek tiang pada tanah lempung kepasiran sedangkan $n = 0,5$ pada tanah kelanauan. (Ahmad, 2016).

Kapasitas Dukung Grup Tiang

Daya dukung izin grup tiang diperoleh dengan:

$$Q_{ga} = n \cdot Q_a \cdot E_g \quad (5)$$

Sedangkan daya dukung ultimit grup tiang diperoleh dengan:

$$Q_{gu} = n \cdot Q_{ult} \cdot E_g \quad (6)$$

Dimana:

- Q_{ga} = kapasitas izin grup (kN)
- Q_{gu} = kapasitas ultimit grup (kN)
- Q_a = kapasitas dukung izin tiang
- Q_u = kapasitas dukung izin tiang
- E_g = efisiensi grup tiang
- n = jumlah tiang dalam grup

Efisiensi Grup Tiang

Metode Sederhana : $E_g = \frac{2(m+n-2)s + (4D)}{p.m.n} \quad (7)$

Metode *Converse-Labarre* : $E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n} \right] \quad (8)$

Metode *Los Angeles Group Action* : $E_g = 1 - \frac{D}{\pi.s.m.n} [m(n-1) + n(m-1) + (m-1)(n-1)\sqrt{2}] \quad (9)$

Penurunan Tiang Tunggal (Single Pile)

Perumusan penurunan pondasi tiang tunggal dapat dihitung sebagai berikut:

$$S = S_s + S_p + S_{ps} \quad (10)$$

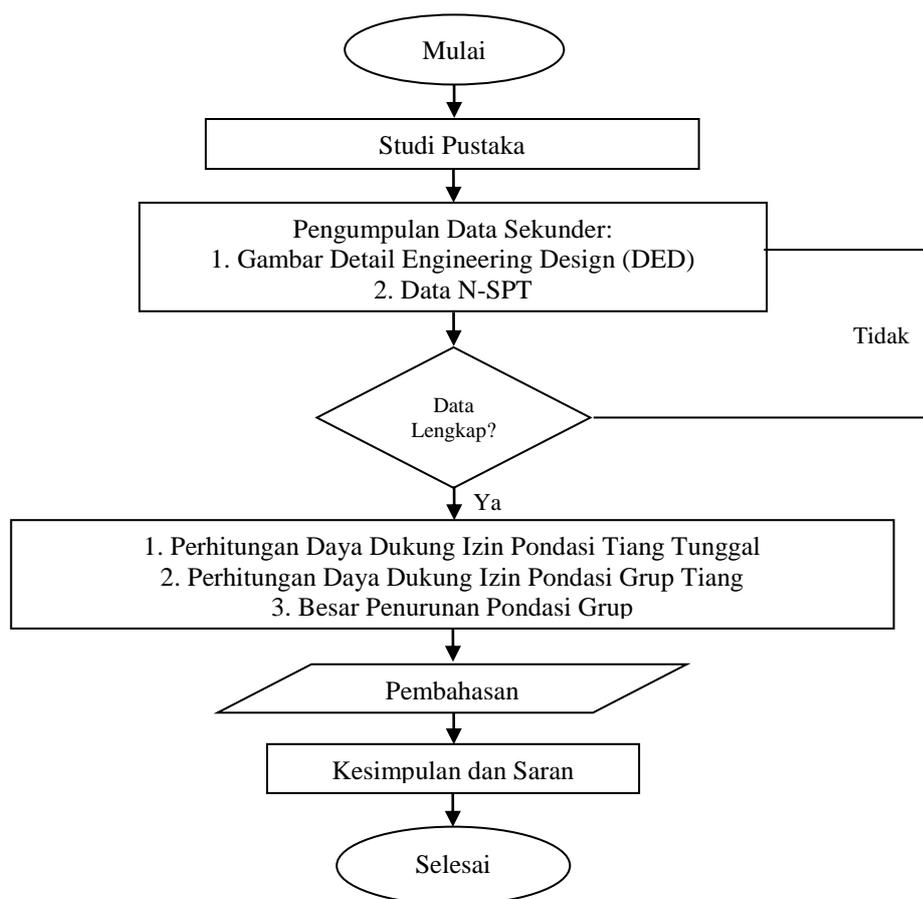
$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_f)L}{A_p \cdot E_p} \quad (11)$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \quad (12)$$

$$S_{ps} = \frac{Q_f}{p \cdot L} \cdot \frac{D}{E_s} (1 - \mu^2) I_{ws} \quad (13)$$

Dimana:

- S = penurunan total pondasi tiang tunggal (m)
- S_s = penurunan akibat deformasi tiang tunggal (m)
- S_p = penurunan dari ujung tiang (m)
- S_{ps} = penurunan tiang akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (m)
- Q_p = beban yang didukung ujung tiang (kN)
- Q_f = beban yang didukung selimut tiang (kN)
- L = panjang tiang (m)
- A_p = luas penampang tiang (m²)
- E_p = modulus elastis tiang (kg/cm²)
- α = koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang. (*Vesic, 1977, $\alpha = 0,33 - 0,50$*)
- Q_p = perlawanan ujung di bawah beban kerja (kN)
- q_p = kapasitas dukung batas di ujung tiang (kg/cm²)
- C_p = koefisien empiris
- P = keliling tiang (m²)
- D = diameter tiang (m)
- E_s = modulus elastisitas tanah (kg/cm²)



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal

Perhitungan daya dukung tiang pancang per lapisan dari data SPT (*Standard Penetration Test*) menggunakan metode *Meyerhoff*. Perhitungan diambil setiap kedalaman 30 meter dari permukaan tanah. Perhitungan didapat dari data *drilling log* yang ditentukan pada titik bor 1 (BH-1) dan perhitungan dilakukan dengan metode *Meyerhoff*

Daya Dukung BH-I Kedalaman 18 meter

1) Daya dukung ujung tiang (Q_b)

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_p$$

Nilai N_b diambil dari rata-rata nilai N pada jarak $8D$ ke atas dan $4D$ ke bawah dari ujung tiang, sehingga nilai N_b yaitu:

$$N_b = \frac{N_{atas} + N_{bawah}}{2}$$

$$\bar{N}_{atas} = \frac{7,8+8,1+8,4+8,7+9+11,2+13,4+15,6+17,8+20+22,2+24,4+24,5}{13}$$

$$= 14,7$$

$$\bar{N}_{bawah} = \frac{26,6+28,8+31+33,9+36,8+39,7+42,6}{7}$$

$$= 34,2$$

$$N_b = \frac{14,7 + 34,2}{2}$$

$$= 24,5$$

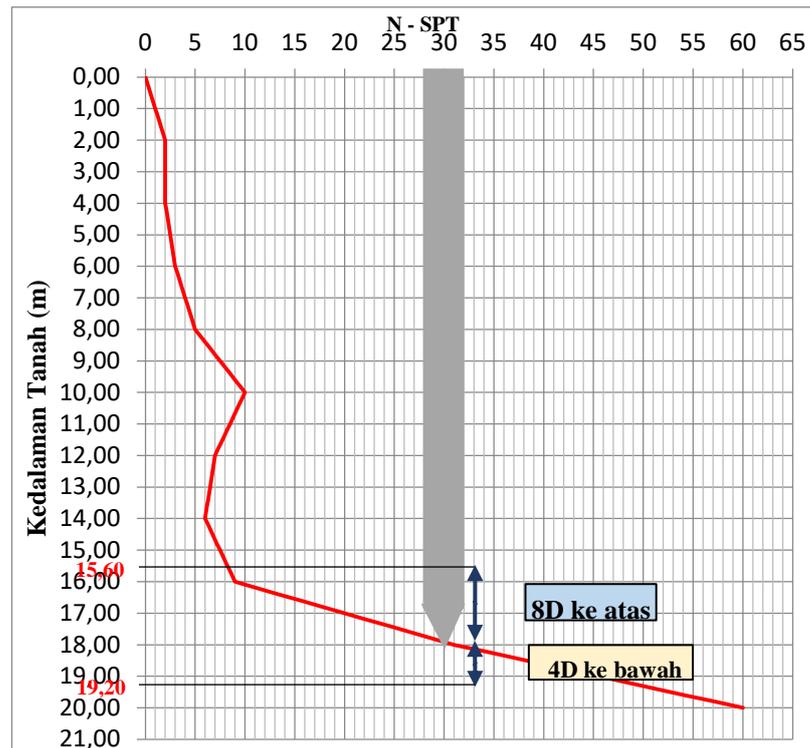
Tabel 1. Nilai N pada jarak 8D ke atas dan 4D ke bawah dari ujung tiang pada kedalaman 18 m.

Kedalaman (m)	N	
14,00	6	
14,20	6,3	
14,40	6,6	
14,60	6,9	
14,80	7,2	
15,00	7,5	
15,20	7,8	
15,40	8,1	
15,60	8,4	
15,80	8,7	
16,00	9	
16,20	11,2	
16,40	13,4	
16,60	15,6	8D ke atas dari
16,80	17,8	ujung tiang
17,00	20	= 8 x 0,3 m
17,20	22,2	= 2,4 m (ke atas tiang)
17,40	24,4	
17,60	26,6	
17,80	28,8	
18,00	31	Ujung tiang
18,20	33,9	
18,40	36,8	4D ke bawah dari
18,60	39,7	ujung tiang
18,80	42,6	= 4 x 0,3 m
19,00	45,5	= 1,2 m (ke bawah tiang)
19,20	48,4	
19,40	51,3	
19,60	54,2	
19,80	57,1	
20,00	60	

Dapat dilihat pada Tabel 1, untuk mengetahui nilai N pada kedalaman tertentu yang tidak diketahui, maka dicari dengan cara interpolasi. Tidak ada ketentuan khusus mengenai hal ini. Namun, jika di interpolasi maka nilai hitungan N yang diperoleh tersebut akan menjadi lebih halus dan detail.

$$\begin{aligned}
 A_b &= (\pi \times r^2) \\
 &= (\pi \times 0,15^2) \\
 &= 0,0706 \text{ m}^2 \\
 Q_b &= 40 \times N_b \times A_p \\
 &= 40 \times 24,5 \times 0,0706 \\
 &= 69,271 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk data N-SPT pada jarak 8D ke atas dan 4D ke bawah dari ujung tiang pada kedalaman 18 m ditentukan dari data *drilling log*, ditunjukkan pada grafik Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Grafik nilai N-SPT pada kedalaman 18 meter

2) Daya dukung selimut tiang pada tanah lempung ($Q_{S_{clay}}$)

$$Q_{S_{clay}} = \frac{N_{clay}}{2} \times Asc$$

$$N_{clay} = \frac{2+2+3+4,5}{4}$$

$$= 2,88$$

$$Asc = \text{Keliling penampang tiang} \times L$$

$$= \pi \times 0,30 \times 8$$

$$= 7,539 \text{ m}^2$$

$$Q_{S_{clay}} = \frac{N_c}{2} \times Asc$$

$$= \frac{2,88}{2} \times 7,539$$

$$= 10,838 \text{ ton}$$

3) Daya dukung selimut tiang pada tanah pasir ($Q_{S_{sand}}$)

$$Q_{S_{sand}} = \frac{N_{sand}}{5} \times Ass$$

$$N_{sand} = \frac{10+7+6+9+31}{5}$$

$$= 12,6$$

$$Ass = \text{Keliling penampang tiang} \times L$$

$$= \pi \times 0,30 \times 10$$

$$= 9,424 \text{ m}^2$$

$$Q_{S_{sand}} = \frac{N_{sand}}{5} \times Ass$$

$$= \frac{12,6}{5} \times 9,424$$

$$= 23,75 \text{ ton}$$

4) Berat tiang

$$\begin{aligned} W_p &= \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (\pi \times r^2 \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (\pi \times 0,15^2 \times 18) \times 2,5 \\ &= 3,181 \text{ ton} \end{aligned}$$

5) Daya dukung ultimit

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_c + Q_s - W_p \\ &= 69,271 + 10,838 + 23,75 - 3,181 \\ &= 100,68 \text{ ton} \end{aligned}$$

6) Daya dukung izin pondasi

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{100,68}{2,5} \\ &= 40,272 \text{ ton} \end{aligned}$$

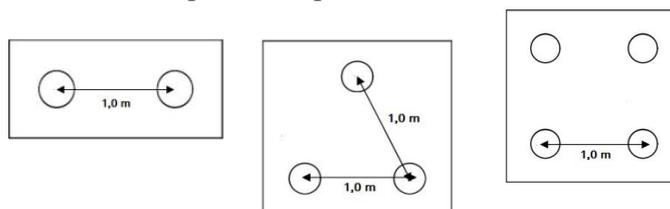
Adapun rekapitulasi daya dukung izin pondasi tiang pancang berdasarkan setiap kedalaman dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan N-SPT (BH-1)

Kedalaman (m)	N-SPT	Nb	Nc	Ns	Jenis Tanah	D (m)	Ab (m ²)	Asc (ton)	Ass	Qb (ton)	Qsc (ton)	Qss (ton)	Wp (ton)	Qult (ton)	Qa (ton)
0	0	0	0	-	Lempung berpasir	0,3	0,070686	0	-	-	-	-	0	-	-
2,5	2	1,75	2,00	-	Lempung berpasir	0,3	0,070686	2,3562	-	4,9480	2,3562	-	0,4418	6,8624	2,7450
4,5	2	2,13	2,00	-	Lempung berpasir	0,3	0,070686	4,2412	-	6,0137	4,2412	-	0,7952	9,4597	3,7839
6,5	3	3,01	2,33	-	Lempung berpasir	0,3	0,070686	6,1261	-	8,5149	7,1471	-	1,1486	14,5134	5,8054
8,0	4,5	4,48	2,88	-	Lempung berpasir	0,3	0,070686	7,5398	-	12,6623	10,8385	-	1,4137	22,0871	8,8348
8,5	5	5,19	2,88	5,00	Pasir berlempung	0,3	0,070686	7,5398	0,4712	14,6623	10,8385	0,4712	1,5021	23,9987	9,5995
10,5	10	8,08	2,88	7,50	Pasir berlempung	0,3	0,070686	7,5398	2,3562	22,8587	10,8385	3,5343	1,8555	35,3760	14,1504
12,5	7	7,66	2,88	7,33	Pasir berlempung	0,3	0,070686	7,5398	4,2412	21,6516	10,8385	6,2204	2,2089	36,5015	14,6006
14,5	6	6,77	2,88	7,00	Pasir berlempung	0,3	0,070686	7,5398	6,1261	19,1504	10,8385	8,5765	2,5624	36,0031	14,4012
16,5	9	11,45	2,88	7,40	Pasir berlempung	0,3	0,070686	7,5398	8,0111	32,3632	10,8385	11,8564	2,9158	52,1423	20,8569
18,0	31	24,50	2,88	12,60	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	9,4248	69,2721	10,8385	23,7504	3,1809	100,6802	40,2721
18,5	31	29,19	2,88	14,14	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	9,8960	82,5409	10,8385	27,9916	3,2692	118,1017	47,2407
20,5	60	51,38	2,88	19,88	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	11,7810	145,2757	10,8385	46,8294	3,6226	199,3209	79,7284
22,5	60	59,33	2,88	24,33	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	13,6659	167,7538	10,8385	66,5075	3,9761	241,1237	96,4495
24,5	60	60	2,88	27,90	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	15,5509	169,6460	10,8385	86,7739	4,3295	262,9289	105,1716
26,5	60	60	2,88	30,82	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	17,4358	169,6460	10,8385	107,4682	4,6829	283,2697	113,3079
28,5	60	60	2,88	33,25	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	19,3208	169,6460	10,8385	128,4833	5,0364	303,9314	121,5726
30,5	60	60	2,88	35,31	Pasir	0,3	0,070686	7,5398	21,2058	169,6460	10,8385	149,7452	5,3898	324,8399	129,9360

Menghitung Efisiensi Grup Tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang dilakukan pada tipe pondasi P2K2, P3K2, P4K3 seperti yang terlihat pada Gambar 4, yang digunakan pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. Metode efisiensi yang digunakan yaitu metode Sederhana, *Converse-Labarre*, dan *Los Angeles Group Action*. Hasil perhitungan nilai efisiensi pondasi grup tiang pancang (E_g) menggunakan 3 metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.



Gambar 4. Grup tiang P2K2, P3K2, P4K3

Tabel 3. Nilai Efisiensi Grup Tiang pada Titik BH_01

No	Metode Efisiensi	(Eg) Kelompok Tiang		
		P2K2	P3K2	P4K3
1	Sederhana	1,698	1,379	1,379
2	<i>Converse - Labarre</i>	0,907	0,814	0,814
3	<i>Los Angeles Group Action</i>	1,020	0,905	0,905

Jadi, nilai efisiensi yang digunakan adalah nilai efisiensi terkecil yaitu dari metode *Converse Labarre* sebesar 0,907 pada tiang P2K2, 0,814 pada tiang P3K2, dan 0,814 pada tiang P4K3.

Menghitung Kapasitas Daya Dukung Pondasi Grup Tiang Pancang

Hasil perhitungan daya dukung pondasi izin grup tiang pancang (Q_{ga}) dan nilai kapasitas daya dukung ultimit grup tiang (Q_{gu}) dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Evaluasi Daya Dukung Grup Tiang

Tiang	Kapasitas Daya Dukung Grup Tiang (Ton)		Beban yang Dipikul (Ton)	Keterangan
	Ultimit (Q_{gu})	Ijin (Q_{ga})		
P2K2	182,679	73,072	53,026	OK
P3K2	245,998	98,399	84,279	OK
P4K3	327,997	131,199	102,262	OK

Menghitung Penurunan Pondasi Tiang (*Settlement*)

Nilai penurunan pondasi tiang tunggal (S) dan penurunan pondasi grup tiang (S_g) dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

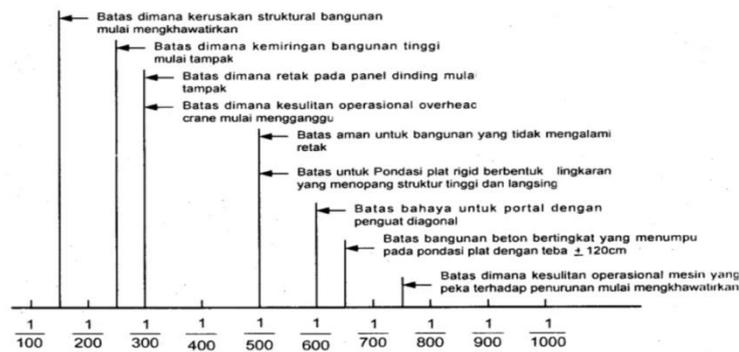
Tabel 5. Penurunan (*Settlement*)

Tiang	Penurunan (<i>Settlement</i>)	
	Tunggal (mm)	Grup (mm)
P2K2	7,851	16,343
P3K2	8,629	17,963
P4K3	7,385	15,373

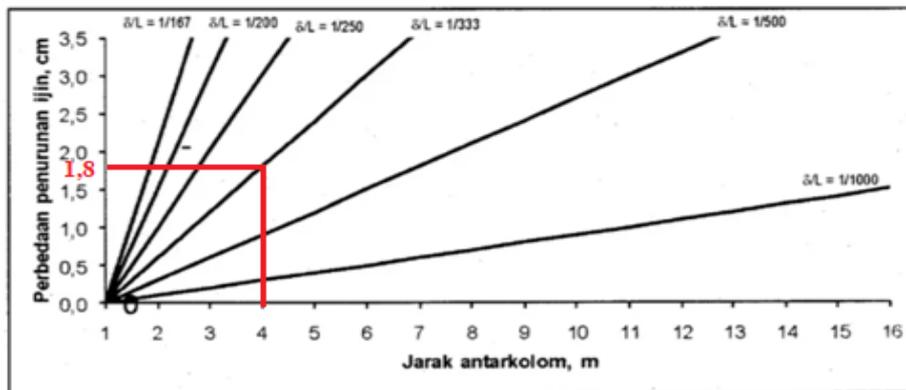
Penurunan yang Diizinkan

Pada jenis bangunan ini, batas penurunan yang diizinkan menggunakan rasio 1/300 seperti yang terlihat pada Gambar 5 di bawah, dan jarak bentang antar kolom terpendek yaitu 4 m. Maka ditarik garis grafik pada Gambar 6 di bawah, sehingga nilai yang didapat untuk besar penurunan yang diizinkan yaitu sebesar 1,8 cm. Jadi, toleransi penurunan untuk tiap segmen tiang pancang yang digunakan tidak melebihi 18 mm.

Pada penurunan yang diizinkan, Ir. Gogot Setyo Budi menetapkan besar penurunan izin berdasarkan kolom dan bukan berdasarkan pondasi. Pondasi yang diletakkan di bawah kolom dapat berupa pondasi tunggal dan pondasi grup. Namun, yang pasti di bawah kolom ada *pile cap*. Sehingga apabila pondasi yang berada di dalam *pile cap* berupa pondasi grup, maka penurunan yang diizinkan ditentukan berdasarkan pondasi grup. Sehingga penurunan grup tiang untuk P2K2, P3K2, dan P4K3 masih dalam batas toleransi dan dapat dikatakan aman.



Gambar 5. Hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang ditimbulkan



Gambar 6. Grafik hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang ditimbulkan

Dari hasil perhitungan penurunan izin pondasi di atas, nilai penurunan pondasi tiang tunggal (S) dan penurunan pondasi grup tiang (Sg) yang diizinkan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Evaluasi Penurunan

Tiang	Penurunan (<i>Settlement</i>)		Penurunan izin (mm)	Keterangan
	Tunggal (mm)	Grup (mm)		
P2K2	7,851	16,343	18	OK
P3K2	8,629	17,963	18	OK
P4K3	7,385	15,373	18	OK

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung izin pondasi tiang pancang tunggal pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige dari data SPT (*Standard Penetration Test*) pada kedalaman 18 m di titik BH-1 dengan menggunakan metode Meyerhoff didapat nilai daya dukung izin (Q_a) tiang pancang tunggal sebesar 40,272 ton.
2. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung izin pondasi grup tiang pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige didapat nilai daya dukung izin grup tiang (Q_{ga}), yaitu P2K2 = 73,072 ton, P3K2 = 98,399 ton, dan P4K3 = 131,199 ton.
3. Hasil perhitungan penurunan (*settlement*) pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige dengan menggunakan metode *Vesic* didapat nilai penurunan pondasi grup tiang pancang (S_g) yaitu P2K2 = 16,343 mm, P3K2 = 17,963 mm, dan P4K3 = 15,373 mm. Berdasarkan grafik hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang ditimbulkan, toleransi penurunan untuk tiap segmen tiang pancang yang digunakan tidak melebihi 18 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, L. G. (2016). Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test dan Kantledge. *Konstruksia*, 7(4), 68.

Bowles, Joseph E. (1988). *Analisis dan Design Pondasi*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.

Budi, Gogot Setyo. (2011). *Pondasi Dangkal*. Yogyakarta: Andi.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Rahardjo, P. P. Tanpa Tahun. *Manual Pondasi Tiang*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.