

KONTROL PERHITUNGAN KEMAMPUAN DAYA DUKUNG PONDASI TERHADAP PENAMBAHAN 1 (SATU) LANTAI

Wahyu Rahmadhan¹, Johannes Sihotang², Muhammad Mabror³

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

ABSTRAK

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. 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 di bawahnya (Joseph E. Bowles, 1997). Tujuan Tugas Akhir ini adalah Untuk mengetahui beban total maksimum yang bekerja pada pondasi setelah dilakukan penambahan lantai pada bangunan dan Untuk mengetahui Daya Dukung Pondasi, serta Untuk mengetahui besar penurunan yang akan terjadi pada pondasi setelah dilakukannya penambahan lantai. Berdasarkan grafik hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang di timbulkan, toleransi penurunan untuk tiap segmen tiang pancang yang digunakan tidak melebihi 21 mm.

Kata Kunci : Daya Dukung, Tiang Pancang, Penurunan

PENDAHULUAN

Bangunan Gedung menurut ketentuan Pasal 1 angka 1 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung adalah, wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas atau di dalam tanah atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian maupun tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Pada Tugas Akhir ini topik yang dibahas adalah “Kontrol Perhitungan Kemampuan Daya Dukung Pondasi Terhadap Penambahan 1 (Satu) Lantai Pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSUD HKBP Balige”. Tujuan Tugas Akhir ini adalah Untuk mengetahui beban total maksimum yang bekerja pada pondasi setelah dilakukan penambahan lantai pada bangunan dan Untuk mengetahui Daya Dukung Pondasi, serta Untuk mengetahui besar penurunan yang akan terjadi pada pondasi setelah dilakukannya penambahan lantai. lalu dilakukan perhitungan daya dukung izin aksial pondasi tiang pancang tunggal dan daya dukung izin aksial 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 Perhitungan Beban Total Maksimum yang bekerja pada pondasi setelah dilakukan penambahan lantai pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSUD HKBP Balige adalah 147,43 Ton yang terletak pada titik C9. Berdasarkan Hasil perhitungan kapasitas daya dukung izin aksial pondasi grup tiang pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSUD HKBP Balige di dapat nilai daya dukung izin grup tiang (Q_g), yaitu $PC_1 = 88,84$ Ton, $PC_2 = 177,68$ Ton, dan $PC_3 = 266,52$ Ton. Adapun beban aksial lebih kecil dari pada daya dukung pondasi $P < Q_g$. Berdasarkan Hasil perhitungan penurunan (settlement) pondasi pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSUD HKBP Balige dengan menggunakan metode *Vesic* di dapat nilai penurunan pondasi grup tiang pancang (S_g) yaitu $PC_1 = 7,2972$ mm, $PC_2 = 7,6613$ mm, $PC_3 = 7,9137$ mm. Berdasarkan grafik hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang di timbulkan, toleransi penurunan untuk tiap segmen tiang pancang yang digunakan tidak melebihi 21 mm.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mengetahui beban total maksimum yang bekerja pada pondasi setelah dilakukan penambahan lantai pada bangunan. Untuk mengetahui Daya Dukung Pondasi. Untuk mengetahui besar penurunan yang akan terjadi pada pondasi setelah dilakukannya penambahan lantai.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan. Yaitu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk pengumpulan Data.
2. Tahap Analisis Data. Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Lokasi Penelitian dilakukan Pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSUD HKBP Balige. Jl. Gereja No. 17, Lumban Dolok Haume Bange, Balige, Kab. Toba Samosir, Provinsi Sumatera Utara. Dalam perhitungan daya dukung pondasi, sebaiknya menggunakan beberapa metode perhitungan yang bertujuan agar hasil nilai daya dukung pondasi tersebut dapat dibandingkan. Lalu di ambil hasil nilai terkecil karena semakin kecil nilai daya dukung yang di dapat maka semakin aman pula pondasi tersebut. Model yang digunakan atau dihasilkan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah dengan menggunakan Metode *Mayerhoff*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

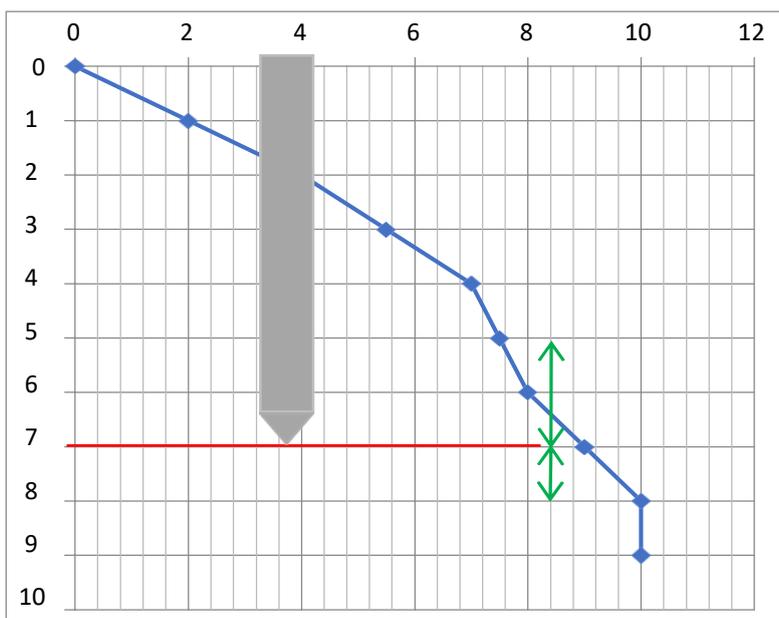
Menghitung kapasitas daya dukung aksial pondasi tiang pancang tunggal dari data SPT Untuk menghitung daya dukung vertical satu tiang menggunakan rumus *Meyerhoff*. Untuk melihat lay out pengujian SPT, dapat dilihat pada lampiran halaman 87. Perhitungan Kapasitas daya dukung aksial pondasi tiang pancang pada kedalaman 7, 14, dan 22 meter adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman 7 meter

Tabel 1. Nilai N Pada Jarak 8D Ke Atas Dan 4D Ke Bawah Dari Ujung Tiang Pada Kedalaman 7 Meter

Kedalaman (m)	N
4	7
4,2	7,1
4,4	7,2
4,6	7,3
4,8	7,4
5	7,5
5,2	7,6
5,4	7,7
5,6	7,8
5,8	7,9
6	8
6,2	8,2
6,4	8,4
6,6	8,6
6,8	8,8
7	9
7,2	9,2
7,4	9,4
7,6	9,6
7,8	9,8
8	10
8,2	10
8,4	10
8,6	10
8,8	10
9	10

$$\begin{aligned}
 8 \text{ D ke atas dari ujung tiang} &= 8 \times 0,25 \\
 &= 2 \text{ m (ke atas tiang)} \\
 4 \text{ D ke bawah dari ujung tiang} &= 4 \times 0,25 \\
 &= 1 \text{ m (ke bawah tiang)}
 \end{aligned}$$



Gambar 1. Grafik Nilai N-SPT Pada Kedalaman 7 Meter

a. Daya dukung ujung tiang (Q_b)

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_b$$

$$A_b = s^2$$

$$= 0,0625 \text{ m}^2$$

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:

$$N_b = \frac{\bar{N}_{atas} + \bar{N}_{bawah}}{2}$$

$$\bar{N}_{atas} = \frac{7,5+7,6+7,7+7,8+7,9+8+8,2+8,4+8,6+8,8+9}{11}$$

$$= 8,1363$$

$$\bar{N}_{bawah} = \frac{9+9,2+9,4+9,6+9,8+10}{6}$$

$$= 9,5$$

$$N_b = \frac{8,1363+9,5}{2}$$

$$= 8,81$$

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_b$$

$$= 40 \times 8,81 \times 0,0625$$

$$= 22,025 \text{ ton}$$

b. Daya dukung selimut tiang pada tanah lempung (Q_{sclay})

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

Nilai N_c diambil dari data-data nilai N sampai kedalaman 7 meter.

$$N_c = \frac{4+7+8+9}{4}$$

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

$$= 4 \times s \times l$$

$$= 4 \times 0,25 \times 7 = 7 \text{ m}^2$$

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

$$= 7 \times 7$$

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$\begin{aligned} & 2 \\ & = 24,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Berat tiang (W_p)

$$\begin{aligned} W_p &= \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}} \\ \gamma_{\text{beton}} &= 2,4 \text{ ton/m}^3 \\ &= (\text{Luas alas} \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (S^2 \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= (0,25^2 \times 7) \times 2,4 \\ &= 1,05 \text{ ton} \end{aligned}$$

d. Daya dukung ultimit (Q_u)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_{s_{\text{clay}}} - W_p \\ &= 22,025 + 24,5 - 1,05 \\ &= 45,475 \text{ ton} \end{aligned}$$

e. Daya dukung ijin pondasi (Q_a)

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\ SF &= 3 \\ &= \frac{45,475}{3} \\ &= 15,158 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Kedalaman 14 meter

Tabel 2. Nilai N Pada Jarak 8D ke atas dan 4D ke bawah dari ujung Tiang Pada Kedalaman 14 Meter

Kedalaman (m)	N
11	10
11,2	10
11,4	10
11,6	10
11,8	10
12	10
12,2	10,3
12,4	10,6
12,6	10,9
12,8	11,2
13	11,5
13,2	11,8
13,4	12,1
13,6	12,4
13,8	12,7
14	13
14,2	13,2
14,4	13,4
14,6	13,6
14,8	13,8
15	14
15,2	14,2
15,4	14,4
15,6	14,6
15,8	14,8
16	15

8 D ke atas dari ujung tiang

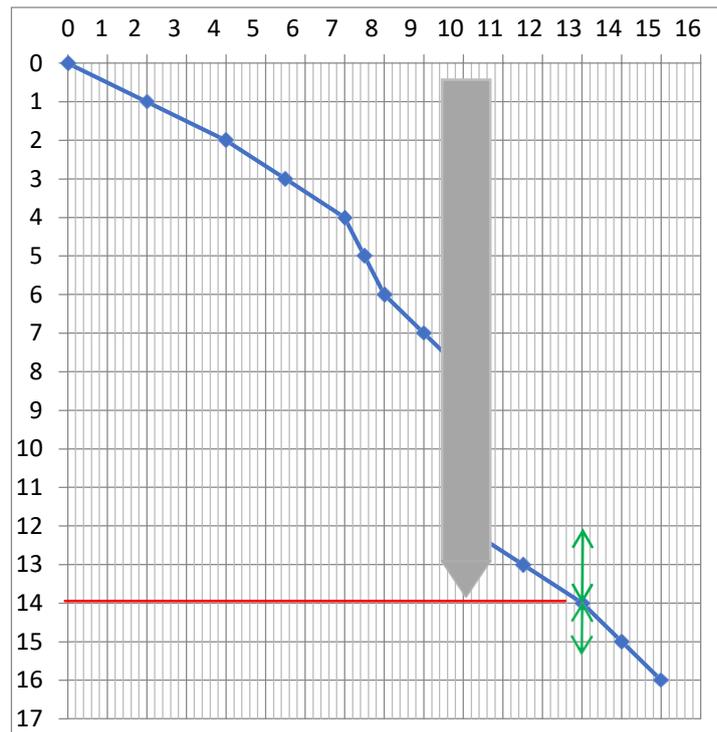
$$= 8 \times 0,25$$

$$= 2 \text{ m (ke atas tiang)}$$

4 D ke bawah dari ujung tiang

$$= 4 \times 0,25$$

$$= 1 \text{ m (ke bawah tiang)}$$



Gambar 2. Grafik Nilai N-SPT Pada Kedalaman 14 Meter

a. Daya dukung ujung tiang (Q_b)

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_b$$

$$A_b = s^2 = 0,0625 \text{ m}^2$$

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:

$$N_b = \frac{\bar{N}_{atas} + \bar{N}_{bawah}}{2}$$

$$\bar{N}_{atas} = \frac{10+10,3+10,6+10,9+11,2+11,5+11,8+12,1+12,4+12,7+13}{11}$$

$$= 11,5$$

$$\bar{N}_{bawah} = \frac{13+13,2+13,4+13,6+13,8+14}{6}$$

$$= 13,5$$

$$N_b = \frac{11,5+13,5}{2}$$

$$= 12,5$$

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_b$$

$$= 40 \times 12,5 \times 0,0625$$

$$= 31,25 \text{ ton}$$

b. Daya dukung selimut tiang pada tanah lempung ($Q_{s_{clay}}$)

$$Q_{s_{clay}} = \frac{N_{clay} \times A_{sc}}{2}$$

Nilai N_c diambil dari rata-rata nilai N sampai kedalaman 14 meter.

$$N_c = \frac{4+7+8+10+10+10+13}{7}$$

$$= 8,875$$

$$A_{sc} = \text{Keliling penampang tiang} \times L$$

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$\begin{aligned}
 &= 4 \times s \times l \\
 &= 4 \times 0,25 \times 14 \\
 &= 14 \text{ m}^2 \\
 Q_{s\text{clay}} &= \frac{N_{\text{clay}}}{2} \times A_{sc} \\
 &= \frac{8,875}{2} \times 14 \\
 &= 61,999 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

c. Berat tiang (Wp)

$$\begin{aligned}
 W_p &= \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}} \\
 \gamma_{\text{beton}} &= 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 W_p &= (\text{Luas alas} \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\
 &= (s^2 \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\
 &= (0,252 \times 14) \times 2,4 \\
 &= 2,1 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

d. Daya dukung ultimit (Qu)

$$\begin{aligned}
 Q_a &= Q_b + Q_{s\text{clay}} - W_p \\
 &= 31,25 + 61,999 - 2,1 \\
 &= 91,149 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

e. Daya dukung ijin pondasi (Qa)

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
 SF &= 3 \\
 &= \frac{91,149}{3} \\
 &= 30,383 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3. Kedalaman 22 meter

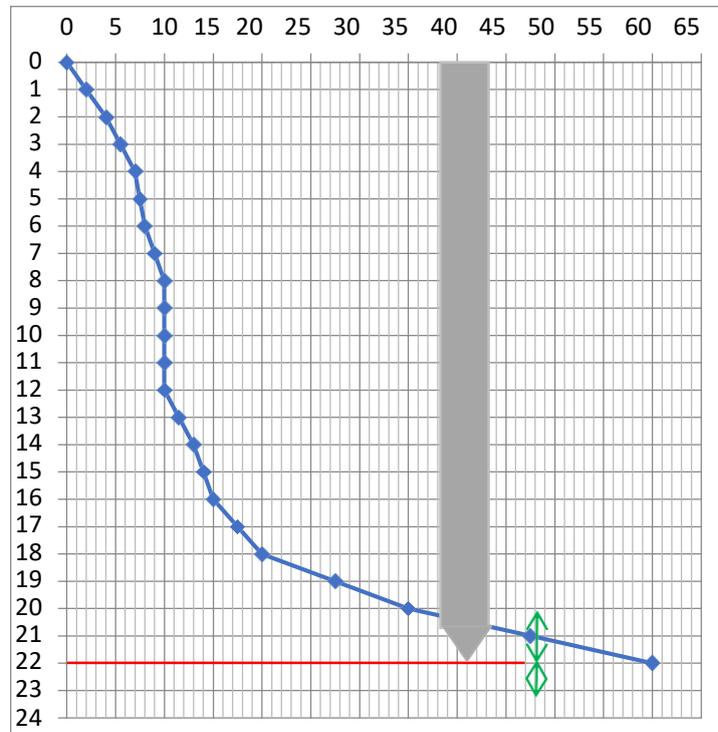
Tabel 3. Nilai N Pada Jarak 8D ke atas dan 4D ke bawah dari ujungTiang Pada Kedalaman 22 Meter

Kedalaman (m)	N
18	20
18,2	21,5
18,4	23
18,6	24,5
18,8	26
19	27,5
19,2	29
19,4	30,5
19,6	32
19,8	33,5
20	35
20,2	37,5
20,4	40
20,6	42,5
20,8	45
21	47,5
21,2	50
21,4	52,5
21,6	55
21,8	57,5
22	60
22,2	60
22,4	60
22,6	60
22,8	60

23

60

$$\begin{aligned}
 8 \text{ D ke atas dari ujung tiang} &= 8 \times 0,25 \\
 &= 2 \text{ m (ke atas tiang)} \\
 4 \text{ D ke bawah dari ujung tiang} &= 4 \times 0,25 \\
 &= 1 \text{ m (ke bawah tiang) }
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Grafik Nilai N-SPT Pada Kedalaman 22 Meter

a. Daya dukung ujung tiang

$$\begin{aligned}
 Q_b &= 40 \times N_b \times A_b \\
 A_b &= s^2 \\
 &= 0,0626 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned}
 N_b &= \frac{\bar{N}_{\text{atas}} + \bar{N}_{\text{bawah}}}{2} \\
 \bar{N}_{\text{atas}} &= \frac{35+37,5+40+42,5+45+47,5+50+52,5+55+57,5+60}{11} \\
 \bar{N}_{\text{bawah}} &= \frac{60+60+60+60+60+60}{6} \\
 &= 60 \\
 N_b &= \frac{47,5 + 60}{2} \\
 &= 53,75 \\
 Q_b &= 40 \times N_b \times A_b \\
 &= 40 \times 53,75 \times 0,0625 \\
 &= 134,375 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Daya dukung selimut tiang pada tanah lempung ($Q_{s\text{clay}}$)

$$Q_{s\text{clay}} = \underline{N_{\text{clay}}} \times A_{sc}$$

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$\begin{aligned}
 & \quad \quad \quad 2 \\
 \text{Nilai } N_c & \text{ diambil dari rata-rata nilai } N \text{ sampai kedalaman 21 meter.} \\
 N_c & = \frac{4+7+8+10+10+10+13+15+20+35+47,5}{11} \\
 & = 16,318 \\
 \text{Asc} & = \text{Keliling penampang tiang} \times L \\
 & = 4 \times s \times l \\
 & = 4 \times 0,25 \times 21 \\
 & = 21 \text{ m}^2 \\
 Q_{S_{\text{clay}}} & = \frac{N_{\text{clay}}}{2} \times \text{Asc} \\
 & = \frac{16,318}{2} \times 21 \\
 & = 171,339 \text{ ton} \\
 \text{c. Daya Dukung Selimut Tiang Pada Tanah Pasir (} Q_{S_{\text{sand}}} \text{)} \\
 Q_{S_{\text{sand}}} & = \frac{N_{\text{sand}}}{2} \times \text{Ass} \\
 \text{Nilai } N_c & \text{ diambil dari rata-rata nilai } N \text{ kedalaman 21 sampai 22 meter.} \\
 N_c & = 60 \\
 \text{Ass} & = \text{Keliling penampang tiang} \times L \\
 & = 4 \times s \times l \\
 & = 4 \times 0,25 \times 1 \\
 & = 1 \text{ m}^2 \\
 Q_{S_{\text{sand}}} & = \frac{N_{\text{sand}}}{2} \times \text{Ass} \\
 & = \frac{60}{5} \times 1 \\
 & = 20 \text{ ton} \\
 \text{d. Berat tiang (} W_p \text{)} \\
 W_p & = \text{Volume tiang} \times \gamma_{\text{beton}} \\
 \gamma_{\text{beton}} & = 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 & = (\text{Luas alas} \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\
 & = (s^2 \times L) \times \gamma_{\text{beton}} \\
 & = (0,25^2 \times 22) \times 2,4 \\
 & = 3,3 \text{ ton} \\
 \text{e. Daya dukung ultimit (} Q_u \text{)} \\
 Q_u & = Q_b + Q_{S_{\text{clay}}} + Q_{S_{\text{sand}}} - W_p \\
 & = 134,375 + 171,339 + 12 - 3,3 \\
 & = 314,414 \text{ ton} \\
 \text{f. Daya dukung ijin pondasi (} Q_a \text{)} \\
 Q_a & = \frac{Q_u}{SF} \\
 SF & = 3 \\
 & = \frac{314,414}{3} \\
 & = 104,804 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

SIMPULAN

Hasil Perhitungan Beban Total Maksimum yang bekerja pada pondasi setelah dilakukan penambahan lantai pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSU HKBP Balige adalah 147,43 ton yang terletak pada titik C9. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung izin aksial pondasi grup tiang pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSU HKBP Balige di dapat nilai daya dukung izin gruptiang (Q_g), yaitu $PC1 = 88,84$ Ton, $PC2 = 177,68$ Ton, dan $PC3 = 266,52$ Ton. Adapun beban aksial lebih kecil dari pada daya dukung pondasi $P < Q_g$. Hasil perhitungan penurunan (*settlement*) pondasi pada Rumah Susun Yayasan Kesehatan HKBP RSU HKBP Balige dengan menggunakan metode Vesic di dapat nilai penurunan pondasi grup tiang pancang (S_g) yaitu $PC1 = 7,2972$ mm, $PC2 = 7,6613$ mm, $PC3 = 7,9137$ mm. Berdasarkan grafik hubungan antara kemiringan antar kolom pondasi dan kerusakan yang di timbulkan, toleransi penurunan untuk tiap segmen tiang pancang yang digunakan tidak melebihi 21 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

https://id.wikipedia.org/wiki/Beban_gempa.

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/.

<https://rekayasastruktur.com/kecepatan-angin-dasar-sni-03-1727-2013/>.

Terzaghi, K., Peck, R.B. and Mesri, G. (1996), *Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd Ed.*, JohnWiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-08658-4.

Hardiyatmo, H. C. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*. Yogyakarta: Gadjah MadaUniversity Press.

Paulus, P. R. Tanpa Tahun. *Manual Pondasi Tiang*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.