

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG
PANCANG BERDASARKAN DATA
SPT PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULAH BERSAMA V
UMM DENGAN METODE REESE AND WIRHGT DAN BERBASIS
APLIKASI ALLPILE**

Salsabila Hidayah^{1*}, Boedya Djatmika²

¹*Program Studi Teknologi Rekayasa dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Fakultas
Vokasi Universitas Negeri Malang*

^{1*}salsabila.hidayah.2005225@students.um.ac.id

Abstrak: Proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama V Universitas Muhammadiyah Malang melakukan pengujian lapangan SPT pada 2 titik borehole untuk mengetahui nilai daya dukung pondasi. Metode yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang yaitu metode Reese and Wright untuk tiang tunggal, sedangkan untuk kelompok tiang menggunakan rumus Converse labarre yang didalam perhitungan tersebut menggunakan data tanah uji SPT dan akan dimodelkan dengan software Allpile.V7. Hasil yang diperoleh pada kedalaman 4m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [874.52 Kn;349.81 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [216.7912 Kn; 86.717 Kn], pada kedalaman 6m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [1145.5 Kn;458.2 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [571.077 Kn; 288.431 Kn], dan untuk kedalam 10m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [33749 Kn;13499.6 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [1322.446 Kn; 528.978 Kn]. Hasil perhitungan metode Resse and Wirght lebih besar dari pada hasil Allpile v7.

Kata kunci: Allpile, Daya dukung tiang pancang, Metode Reese and Wirght, Nspt

Abstract: The construction project of the V Joint Lecture Building of Muhammadiyah University Malang conducted SPT field testing at 2 borehole points to determine the the value of the bearing capacity of the foundation. The method used in the calculation of the bearing capacity of the pile foundation is the method of Reese and Wright method for single piles, while for groups of piles using the Converse labarre formula which in the calculation uses SPT test soil data and will be modeled with Allpile.V7 software. Allpile.V7 software. The results obtained at 4m depth, the [Qult1;Qall1] value is [874.52 Kn;349.81 Kn] and [Qult2;Qall2] of [216.7912 Kn; 86.717 Kn], at a depth of 6m obtained the value of [Qult1;Qall1] of [1145.5 Kn; 458.2 Kn] and [Qult2;Qall2] amounting to [571.077 Kn; 288.431 Kn], and for a depth of 10m the values of [Qult1;Qall1] are [33749 Kn; 13499.6 Kn] and [Qult2;Qall2] are [1322.446 Kn; 528.978 Kn]. Calculation results Resse and Wirght method are greater than the results of Allpile v7.

Keywords: Allpile, Pile bearing capacity, Reese and Wirght Method, Nspt

I. Pendahuluan

Pada setiap bangunan gedung bertingkat memiliki komponen bagian bawah yang terhubung langsung dengan tanah, yaitu pondasi [1]. Ada dua jenis pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam [2]. Pondasi yang digunakan pada proyek study kasus ini adalah jenis pondasi dalam yaitu tiang pancang *spun pile*. Pemilihan jenis tiang berdasarkan hasil perencanaan konsultan proyek, hasil analisis didapat dari akibat pembebanan gedung bertingkat serta melihat karteristik tanah dilapangan, sehingga tipe pondasi yang digunakan yaitu tiang pancang *spun pile*. Pondasi tiang pancang merupakan suatu komponen struktur dengan profil ramping yang terbuat dari kayu, beton, atau baja. Pondasi tiang pancang ditanam ke dalam tanah pada ujung tiang untuk menopang beban. Tujuan pondasi tiang pancang adalah agar beban dapat didistribusikan secara efektif ke dalam tanah yang lebih kuat, baik secara vertikal melalui sumbu tiang atau langsung ke lapisan yang lebih kuat melalui ujung tiang. [3]. Daya dukung tiang pancang dapat dihitung dari hasil penyelidikan tanah dilapangan, untuk menghasilkan kuat dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat. Data tanah yang diperlukan untuk analisis ini adalah data SPT yang dikumpulkan di lokasi

analisis.[4], Penelitian berlokasi pada proyek Pembangunan Gedung kuliah bersama V Universitas Muhammadiyah Malang. Penyelidikan tanah menggunakan uji *Standard Penetration Test* (SPT), dilakukan bersamaan dengan pengeboran yang memiliki output mengetahui perlawanan dinamik tanah atau pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan [5]. Uji SPT dilakukan pada 2 titik borehole.

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek study kasus masih menggunakan perhitungan manual, dilihat dari Laporan Test Tanah, metode asli yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tiang pancang yaitu metode Reese and Wright untuk tiang tunggal, sedangkan untuk kelompok tiang menggunakan rumus Converse labarre yang didalam perhitungan tersebut menggunakan data tanah uji SPT dan akan dimodelkan dengan software Allpile.V7. [6]. Pentingnya penggunaan software juga bertujuan untuk mengetahui kehandalan software Allpile.V7. Berdasarkan pendahuluan yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang didapat yaitu, bagaimana perbandingan kapasitas daya dukung pondasi tiang, menggunakan metode manual dan software, dan Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbandingan nilai daya dukung tiang pancang, yang dihitung secara manual berdasarkan metode reese and wright dengan perhitungan yang berbasis software Allpile.V7.

II. Metodologi

Beberapa uraian tahapan dalam melakukan penelitian, sebagai berikut: (1). **Tahap I Persiapan** yaitu melakukan penentuan lokasi penelitian, Studi Literatur, dan Perumusan Masalah. (2). **Tahap II Pengumpulan Data** yaitu pengumpulan data primer, berupa gambar kerja struktur dan hasil uji SPT (Standard Penetration Test), yang didapat dengan mengajukan surat izin penelitian pada pihak kontraktor. (3). **Tahap III Perhitungan** setelah diperoleh data hasil uji SPT yaitu melakukan perhitungan Daya dukung Tiang Pancang menggunakan Metode Reese and Wirght untuk tiang tunggal, sedangkan untuk kelompok tiang menggunakan rumus Converse labarre. Pengelolaan data menggunakan *Microsoft Excel*. Dan untuk perhitungan daya dukung tiang pancang juga dimodelkan dengan software Allpile.V7. (4). **Tahap IV Hasil pembahasan** yaitu melakukan analisis terhadap hasil perhitungan daya dukung tiang dengan melakukan perbandingan perhitungan yang dilakukan secara manual dan yang berbasis software. (5). **Tahap V Kesimpulan** yaitu menarik kesimpulan terhadap hasil penelitian.[7].

Analisis Manual (Excel)

Analisi Manual menggunakan metode Reese and Wirght untuk tiang Tunggal, dan Converse labarre untuk tiang kelompok. Berikut langkah-langkah perhitungan daya dukung pondasi *spun pile* secara manual : (1). Mengumpulkan data tanah seperti nilai N-Spt yang didapat dari hasil borehole. (2). Permodelkan lapisan tanah untuk memperoleh data lapisan tanah seperti G, Phi, C, k, Dr, Nspt dan type. (3). Menyusun Data Tiang seperti, diameter tiang, keliling tiang (p), luas penampang (Ap), Kedalaman tiang (4). Melakukan Perhitungan kapasitas daya dukung sesuai rumus metode yang digunakan. (5). Dilanjutkan melakukan perhitungan daya dukung tiang sesuai variasi kedalam tiang *spun pile*. [8]

Analisis menggunakan Allpile7.

Dilakukan permodelan menggunakan program Allpile7. Berikut langkah-langkah permodelan dengan program Allpile7 : (1). Memilih jenis tiang yang digunakan pada menu *pile type*, sesuai gambar dengan unit satuan matric (2). Input data profile tiang seperti kedalam pondasi tiang pada menu *pile profile*. (3). Input data seperti model

tiang dan dimensi penampang pada menu *pile properties*, (4). Memilih jenis tiang (*grup pile* atau *single pile*) pada menu *load and group*, dan menginputkan beban. (5). Menginputkan data parameter tanah pada menu *soil properties*, berupa G, Phi, C, k, Dr, Nspt dan type tanah (6). Menginputkan *safety factor* (sf), menetapkan kriteria keamanan yang digunakan pada menu *Advanced Page*. (7). Tahap terakhir yaitu Run dapat melihat angka hasil kinerja pondasi vertical dan lateralnya dari data-data yang sudah diinputkan. [9]

Data Tiang Pancang

Jenis Tiang : Tiang pancang beton spun pile berbentuk bulat dan berongga bagian tengah

Diameter : ϕ 60 cm

Keliling Tiang (p) : $\pi \times d$
 $3,14 \times 60 = 188,4$ cm (1.884 m)

Luas (Ap) : $\frac{1}{4} \pi d^2$
 $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 3600 = 2826$ cm² (0.2826 m²)

Kedalaman

Pondasi tiang Spun Pile yang akan di analisis memiliki variasi kedalaman berbeda-beda.

Sumber: PT. Wika Gedung. Lihat pada tabel I dan II:

Tabel I. Data kedalaman Tiang Tunggal yang ditinjau

Tiang Tunggal	
Depth (m)	No Pile
4	207
6	209
10	211

Tabel II. Data kedalaman Kelompok Tiang yang ditinjau

Tiang Kelompok			
Koordinat Pile	No Pile	Depth (m)	Jumlah Tiang
B1	122	12	2
	123	12	
A7	186	15	4
	187	15	
	188	15	
	189	15	
C5	58	11	6
	59	11	
	60	10	
	61	10	
	62	11	
	63	11	

Data Tanah

Perhitungan daya dukung tiang pancang secara manual dan permodelan program Allpile7 menggunakan data lapangan yaitu uji *Standart Penetration Test* (SPT) yang berlokasi pada

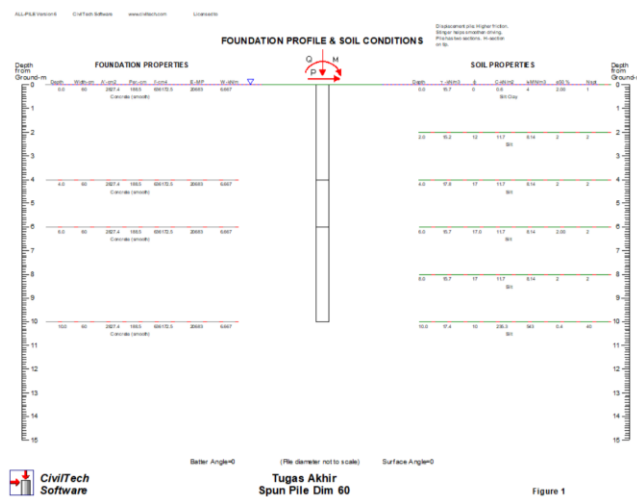
proyek Pembangunan Gedung kuliah bersama V Universitas Muhammadiyah Malang. Berikut tabel data yang didapat dari hasil uji *Standart Penetration Test* (SPT).

Tabel III. Data nilai N-Spt dan Jenis Tanah

Depth (m)	N-SPT (blow/ft)	Deskripsi Jenis Tanah	
0.00	0	Lanau Berlempung	Silt and clay
2.00	2	Lanau Berlempung	Silt
4.00	2	Lanau Berlempung	Silt
6.00	2	Lanau berpasir halus	Silt and fine sand
8.00	2	Lanau berpasir halus	Silt and fine sand
10.00	40	Lanau berpasir halus	Silt and fine sand
12.00	49	Lanau berpasir halus	Silt and clay
14.00	14	Lanau Berlempung	Silt and clay
16.00	11	Lanau Berlempung	Silt and clay
18.00	14	Lanau Berlempung	Silt and clay
20.00	7	Lanau Berlempung	Silt and clay
22.00	36	Lempung Berlanau	Clay and silt
24.00	27	Lempung Berlanau	Clay and silt
26.00	19	Pasir Berlanau	Sand
28.00	15	Pasir Berlanau	Sand
30.00	34	Pasir Berlanau	Sand
32.00	50	Pasir Berlanau	Sand
34.00	50	Lanau berpasir halus	Sand
36.00	50	Lanau berpasir halus	Sand
38.00	28	Lanau berpasir halus	Silt
40.00	50	Pasir Berlanau	sand

Data Soil Propertis

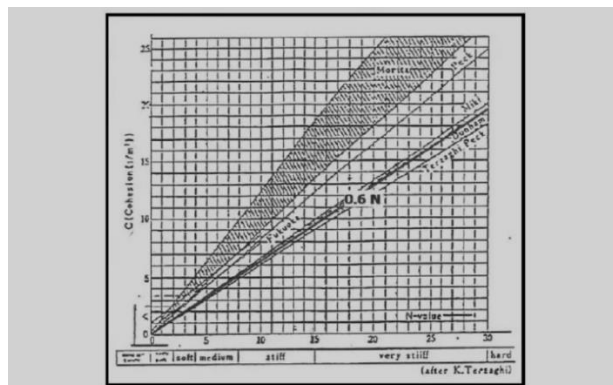
Berikut data tanah yang diinputkan pada Allpile sebagai data soil Propertis :



Gambar 1. Pile dan Soil Propertis

Z-s-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0.000	Silt Clay [W]	15.7	0	0.6	4	2.00	1	1
2	Silt [W]	15.2	12	11.7	8.14	2	2	3
4	Silt [W]	17.8	17	11.7	8.14	2	2	3
6	Silt [W]	15.7	17.0	11.7	8.14	2.00	2	3
8	Silt [W]	15.7	17	11.7	8.14	2	2	3
10	Silt [W]	17.4	10	235.3	543	0.4	40	3
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 2. Data Soil Propertis



Gambar 2.1 Hubungan antara kohesi dan nilai N-SPT untuk tanah kohesif (Terzaghi,1943)

Gambar 3. Grafik hubungan antar kohesi dengan nilai-N untuk tanah kohesif (Trizagi & Peck 1967)

Table 7-8. Modulus of Subgrade Reaction (k) vs N_{SPT} for Sand

Compactness			Loose	Medium	Dense
	Symbol	Unit			
SPT	N _{SPT}	--	4-10	10-30	30-50
MSR* (Dry)	k	kN/m ³	6790	24430	61000
		pci	25	90	225
(Saturated)	k	kN/m ³	5430	16300	33900
		pci	20	60	125

*MSR -- Modulus of Subgrade Reaction

Reference: Handbook on Design of Piles and Drilled Shafts Under lateral Load, US Department of Transportation, 1984, p.64

Table 7-8. Modulus of Subgrade Reaction (k) and Soil Strain (E₅₀) vs N_{SPT} for Clay

Consistency			Soft	Medium	Stiff	Very Stiff	Hard
	Symbol	Unit					
SPT	N _{SPT}	--	2-4	4-8	8-16	16-32	>32
Shear Strength	C _u	kPa	12-24	24-48	48-96	96-192	192-383
		psf	250-500	500-1000	1000-2000	2000-4000	>4000
MSR* Static Loading	k	kN/m ³	8140	27150	136000	271000	543000
		pci	30	100	500	1000	2000
Cyclic Loading	k	kN/m ³	--	--	54300	108500	217000
		pci	--	--	200	400	800
Soil Strain	E ₅₀	%	2	1	0.7	0.5	0.4

Reference: Lateral Load Piles, Lymon C. Reese, p.97

Gambar 4. Modulus of Subgrade pada panduan Allpile.

Pada kolom **G-kN/m³**, **Phi** dan **Nspt** pada Gambar.2 data yang diinputkan pada kolom tersebut diambil dari data laporan test tanah pada proyek 46 pembangunan GKB V

Univeritas Muhamadiyah Malang. Untuk nilai **C-kN/m²** menggunakan grafik hubungan antar kohesi dengan nilai-N untuk tanah kohesif (Trizagi & Peck 1967) [10], dapat dilihat pada Gambar 3. Dan untuk nilai **k-MN/m³** dan **e50 or Dr** diperoleh dari e-book manual Allpile dapat dilihat pada Gambar 4.

Metode Reese and Wirth (1977).

Berikut Persamaan untuk perhitungan daya dukung tiang Tunggal menurut metode Reese and Wirth, dapat dilihat dari persamaan (1) (2) (3) (4):

Berikut persamaan (1) untuk menentukan kapasitas daya dukung ultimate ujung:

$$Q_p = q_p \times A_p \quad (1)$$

Q_p = Daya dukung ultimate ujung tiang (ton), q_p = Tahanan ujung per satuan luas (ton/m²), A_p = Luas Penampang pondasi tiang bor (m²).

Berikut persamaan (2) untuk menentukan kapasitas daya dukung selimut tiang bor:

$$Q_s = F_s \times L \times P \quad (2)$$

Q_s = Daya dukung ultimate selimut tiang, F_s = Gesekan selimut tiang per satuan luas ($\alpha \times C_u$) (ton/m²), L = Tebal lapisan tanah yang bergesekan (m), P = Keliling penampang tiang (m).

Berikut persamaan (3) untuk menentukan kapasitas daya dukung ultimate:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \quad (3)$$

Q_p = Daya dukung ultimate ujung tiang (ton), Q_s = Daya dukung ultimate selimut tiang.

Berikut persamaan (4) untuk menentukan daya dukung izin tiang:

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (4)$$

Untuk perencanaan kapasitas daya dukung pondasi tiang, stabilitas yang digunakan pada analisa mengacu pada angka keamanan (SF), yang mana system pondasi tiang digunakan angka keamanan sebesar 2-3 akibat Baban aksial.

Converse Labarre

Berikut perhitungan Efisiensi kelompok tiang menggunakan persamaan Converse Labarre, dapat dilihat dari persamaan (5).

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 m n} \quad (5)$$

E_g = Efisiensi Kelompok Tiang, m = Jumlah baris tiang, n = Jumlah tiang dalam satu baris, $\theta = \text{Arc tan } d/s$, dalam derajat, s = Jarak antar pusat tiang (cm), d = Diameter tiang (cm).

Daya Dukung Kelompok Tiang:

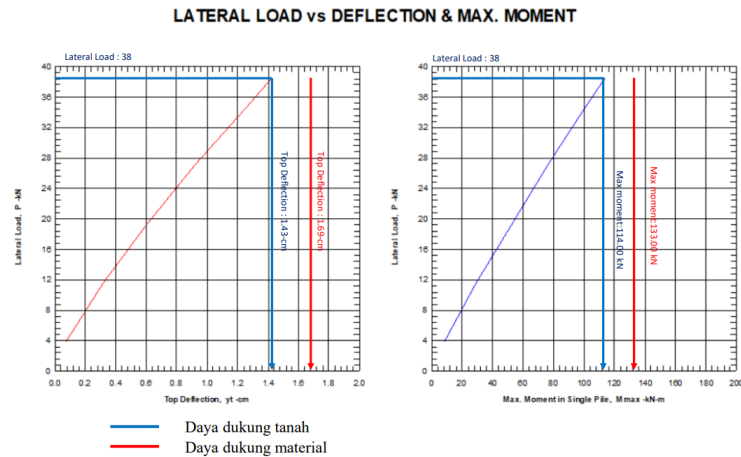
nilai daya dukung kelompok tiang dapat dilihat pada perasamaan (6).

$$Q_g = E_g \times n \times Q_u \quad (6)$$

Q_g = Daya dukung kelompok tiang, E_g = Efisiensi Kelompok Tiang, n = Jumlah Tiang, Q_u = Daya dukung tiang Tunggal.

III. Hasil dan Pembahasan

Analisis Lateral



Gambar 5. Analisis lateral

Pada daya dukung tanah nilai moment sebesar 3.2 kN-m, software Allpile mendapatkan defleksi lateral sebesar 1.43 cm, dan pada daya dukung material nilai moment sebesar 25.50 mendapatkan defleksi lateral sebesar 1.69 cm, dari hasil keduanya defleksi lateral 1.43 cm yang performanya terbaik untuk digunakan dikarenakan daya dukung material lebih besar dari daya dukung tanah.

Hasil Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal

Hasil Perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal berdasarkan data uji N-SPT dan metode reese and wirght pada kedalaman 4,6 dan 10 dengan diameter 60 cm. lihat pada table 4.

Tabel IV. Hasil Perhitungan Daya Dukung Metode Reese and Wirght:

Dept (m)	N-SPT (blow/ft)	Qp (kN)	Qs (kN)	Qult (kN)	Qall=Qult/2.5 (kN)	Qall=Qult/3 (kN)
4	2	332.56	541.95	874.52	349.81	145.75
6	2	332.56	812.93	1145.5	458.2	190.92
10	40	6621.26	27097.74	33749	13499.6	5624.83

Hasil Analisis Efisiensi Grup dan Daya dukung Kelompok Tiang

Hasil perhitungan efisiensi grup dan daya dukung kelompok tiang dengan koordinat pile B1 dengan jumlah tiang 2, koordinat pile A7 dengan jumlah 6 tiang, dan koordinat pile C5 dengan jumlah tiang 6. dapat dilihat pada table 5.

Tabel V. Hasil Perhitungan Efisiensi kelompok tiang dan Daya Dukung Vertikal Kelompok Tiang

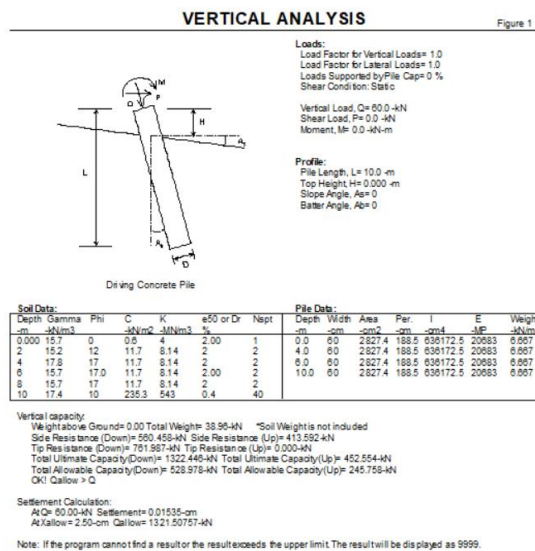
Koordinat Pile	Efisiensi Tiang	Qg (kn)
B1	0.879	33740.45
A7	0.758	17802.65
C5	0.717	58075.29

Hasil Analisa Permodelan Tiang Tunggal menggunakan Program Allpile7

Berikut hasil analisa daya dukung tiang Tunggal menggunakan aplikasi Allpilev7 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel VI. Hasil Analisa Allpile untuk Tiang Tunggal

Tiang Tunggal		
Depth (m)	Allpile (kn)	ket:
4	216.7912	Qult
	86.717	Qall
6	571.077	Qult
	288.431	Qall
10	1322.446	Qult
	528.978	Qall



Tugas Akhir
Spun Pile Dim 60

Gambar 6. Contoh Hasil dari Permodelan Aplikasi Allpile Depth 4.

Perbandingan Daya Dukung Tiang Tunggal

Hasil perbandingan analisis metode manual dan hasil analisis dari permodelan aplikasi Allpilev7 dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel VII. Hasil Perbandingan

Tabel Perbandingan Metode Reese and Wirght dan Software Allpile Tiang Tunggal		
Depth	Manual	Software
	[Qult1;Qall1] kN	[Qult2;Qall2] Kn
4	[874.52 Kn;349.81 Kn]	[216.7912 Kn; 86.717 Kn]
6	[1145.5 Kn;458.2 Kn]	[571.077 Kn; 288.431 Kn]
10	[33749 Kn;13499.6 Kn]	[1322.446 Kn; 528.978 Kn]

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Perbandingan Analisis manual berdasarkan nilai N_{spt} daya dukung pondasi tiang tunggal yang diperhitungkan berdasarkan metode Reese and Wirght dengan SF 2.5 dengan permodelan menggunakan Allpilev7 dapat disimpulkan bahwa, pada kedalaman 4m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [874.52 Kn;349.81 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [216.7912 Kn; 86.717 Kn], pada kedalaman 6m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [1145.5 Kn;458.2 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [571.077 Kn; 288.431 Kn], dan untuk kedalam 10m didapat nilai [Qult1;Qall1] sebesar [33749 Kn;13499.6 Kn] dan [Qult2;Qall2] sebesar [1322.446 Kn; 528.978 Kn]. Hasil perhitungan daya dukung metode reese and wirght mendapatkan hasil lebih besar dari pada hasil permodelan Allpilev7. Dan hasil dari perhitungan variasi kelompok tiang disimpulkan bahwa nilai daya dukung kelompok tiang dipengaruhi oleh besar nilai efisiensi tiang, pada pile B1 nilai efisiensi tiang sebesar 0.879 dan diperoleh $Q_g = 33740.45$ kN, pile A7 nilai efisiensi tiang sebesar 0.758 dan diperoleh $Q_g = 17802.65$ kN, dan pile C5 nilai efisiensi tiang sebesar 0.717 dan diperoleh $Q_g = 58075.29$ kN.

V. Ucapan Terima Kasih

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang sudah mendukung dan mendo'akan selama proses penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, karena penulis menyadari diselesaikannya tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, motivasi, pengorbanan materi dan do'a dari semua pihak.

Referensi

- [1] A. Triarso, "Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT dan Data SPT Pada Pondasi Gedung Parkir RSUD Soedono Comparison of Pile Carrying Capacity Based on CPT Data and SPT Data on the Foundation of Soedono Hospital Parking Building," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 28–33, 2021.
- [2] H. C. Hardiyatmo, *Analisi dan Perencanaan Pondasi - II*, Gadjah Mada University Press. 2011.

- [3] F. R. Kurniawan and C. A. Siregar, "Mayerhoff Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Dan Menggunakan Aplikasi Allpile," *Sist. Infrastruktur Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 16, 2023, doi: 10.32897/simteks.v3i1.1249.
- [4] T. Sebastian and D. Akbar, "Analysis of Foundation Bearing Capacity Using Reese & Wright (1977) and Skempton (1966) Methods," vol. 22, no. 2, pp. 47–55, 2023.
- [5] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Cara uji penetrasi lapangan dengan," 2008.
- [6] P. Trans and I. Surabaya, "Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Menggunakan Program Allpile V6 . 52 dengan Metode Empiris O ' Neil dan Reese (Studi Kasus : Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Menggunakan Program Allpile V6 . 52 dengan Metode ," no. May, 2021.
- [7] S. Prima, I. B. Santoso, and J. A. Setyarini, "Studi N-Spt Mengenai Daya Dukung Tiang Pancang Pada Konstruksi Pile Slab Proyek Jalan Tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 2, no. 4, p. 133, 2019, doi: 10.24912/jmts.v2i4.6175.
- [8] L. Fakhruddin, A. K. Hidayat, and N. K. Sari, "Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Menggunakan Program Allpile 7.3B," *Akselerasi J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 10–18, 2022, doi: 10.37058/aks.v4i1.5376.
- [9] C. Software, "User's Manual," vol. 1, 2007.
- [10] D. Pondasi and J. E. Bowles, "Analisis_dan_Desain_Pondasi_Jilid_1_Jose.pdf."