



Analisis Daya Dukung Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Kejaksaaan Tinggi Tahap II Kota Manado

Gerda P. A. Tumembow^{#a}, Steeva G. Rondonuwu^{#b}, Alva N. Sarajar^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^atumembowgerda@gmail.com, ^bsteeva_rondonuwu@unsrat.ac.id, ^calva.sarajar@unsrat.ac.id

Abstrak

Pada era urbanisasi sekarang ini hunian vertikal seperti rumah susun (Rusun) dianggap sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan dan kebutuhan akan tempat tinggal yang terjangkau serta mendukung pembangunan infrastruktur berkelanjutan. Maka diperlukan juga Fondasi yang tepat untuk menahan beban besar dengan memperhatikan faktor lingkungan sekitar yang dapat mempengaruhi kestabilan bangunan. Pada proyek pembangunan Rusun Kejaksaaan Tinggi Kota Manado, yang berlokasi di Kelurahan Tingkulu, Kecamatan Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara. Fondasi bored pile dipilih untuk menahan beban struktur yang ada. Dalam melakukan analisis, data yang digunakan adalah data sekunder berupa data penyelidikan tanah lapangan SPT (*standard penetration test*), data beban struktur, dan denah fondasi. Analisis daya dukung dilakukan untuk tiang tunggal dan kelompok. untuk analisis daya dukung aksial Bored Pile menggunakan metode Meyerhof dan Reese and wright, untuk analisis daya dukung lateral menggunakan metode Broms. Sedangkan untuk perhitungan penurunan menggunakan persamaan Vesic. Juga digunakan bantuan Software sebagai pembanding dengan metode empiris yang ada yaitu Allpile untuk analisis daya dukung dan Settle3D untuk analisis penurunan. Hasil analisis menggunakan metode empiris menunjukkan bahwa untuk diameter eksisting tiang yaitu 0.4 m diperoleh daya dukung aksial izin Qall sebesar 5718.74 kN, untuk daya dukung lateral izin sebesar 68.42 kN, sedangkan untuk penurunan Fondasi sebesar 188.01 mm, dan defleksi sebesar 0.00779 m yang masih memenuhi untuk defleksi izin yaitu 0.012 m. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka disimpulkan bahwa fondasi Bored Pile dapat digunakan dalam konstruksi.

Kata kunci: bored pile, daya dukung aksial, daya dukung lateral, penurunan, defleksi

1. Pendahuluan

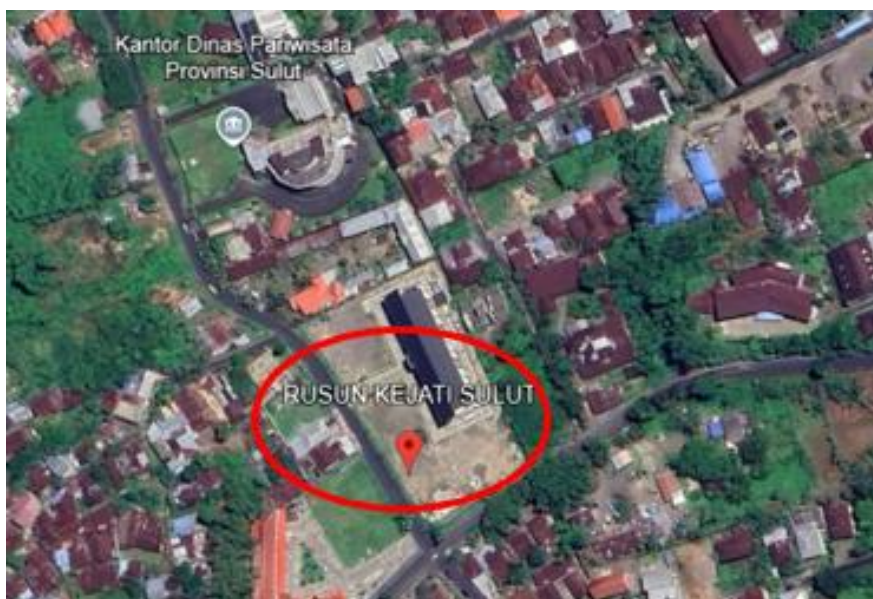
Dalam konteks proyek Rusun kejaksaaan tinggi kota Manado, Fondasi bored pile menjadi pilihan yang tepat mengingat bangunan tersebut merupakan bangunan yang tinggi dan memerlukan daya dukung yang kuat. Untuk memastikan efektivitas Fondasi bored pile, diperlukan analisis yang akurat terhadap daya dukung Fondasi. Kota Manado merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan kejadian gempa yang tinggi (Manaroinson, 2013), sehingga Analisis daya dukung Fondasi bored pile menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa Fondasi dapat menahan beban struktural dengan aman. Masalah yang sering dihadapi adalah kurangnya data geoteknik yang akurat dan terkini, yang dapat memengaruhi keandalan perhitungan daya dukung. Selain itu, kesalahan dalam desain Fondasi dapat menyebabkan risiko kegagalan struktural, yang akan berdampak pada keselamatan pengguna dan biaya tambahan untuk perbaikan. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas, maka dilakukan analisis daya dukung dan penurunan Fondasi bored pile pada proyek pembangunan rumah susun Kejaksaaan Tinggi Tahap II kota Manado, untuk mengetahui apakah Fondasi bored pile yang telah direncanakan sudah efektif dan aman pada proyek ini.

2. Landasan Teori

Fondasi adalah bagian bawah dari struktur yang berfungsi untuk mendistribusikan beban struktur ke lapisan tanah atau batuan di bawahnya dengan cara yang aman dan efisien. perancangan Fondasi harus: Memenuhi persyaratan kekuatan, baik untuk struktur Fondasinya maupun untuk lapisan tanah pendukung Fondasi tersebut dan Memenuhi persyaratan penurunan yang ditentukan. Kriteria Desain: Berdasarkan SNI 8460-2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik: (1) Daya dukung ijin Fondasi diperoleh dari daya dukung Ultimate Fondasi tersebut dibagi dengan suatu faktor keamanan yang besarnya minimum 3 untuk Fondasi dangkal atau minimum 2,5 untuk Fondasi dalam. (2) Untuk Fondasi tiang, jarak antara as ke as tiang tidak boleh kurang dari keliling tiang atau untuk tiang berbentuk lingkaran tidak boleh kurang dari 2,5 kali diameter tiang. (3) Estimasi kapasitas lateral tiang sesuai dengan besar deformasi lateral ijin kepala tiang. Besar deformasi ijin tiang adalah 12 mm untuk gempa rencana dan 25 mm untuk gempa kuat. Untuk lapisan tanah, tanah lunak memiliki kadar air awal yang tinggi, kompresibilitas tinggi, kekuatan geser rendah, dan daya dukung rendah (Rondonuwu dan Sarajar, 2016) Berdasarkan data (SPT), jenis tanah dominan adalah tanah pasir maka secara khusus akan dibahas perhitungan daya dukung tiang hanya untuk tanah pasir. Dan untuk metode analisis daya dukung yang bisa digunakan untuk tanah pasir adalah: Metode Meyerhof (1976) dan Metode Reese dan Wright (1977). Sedangkan untuk menghitung penurunan tanah menggunakan metode Broms, dan untuk menghitung defleksi menggunakan metode Reese and Mathlock.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis diawali melakukan studi literatur mengenai teori bored pile, daya dukung fondasi, dan penurunan tanah. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data sekunder yang mencakup data SPT, dan gambar konstruksi proyek. Data SPT kemudian diolah untuk mendapatkan parameter tanah yang diperlukan dalam analisis daya dukung fondasi serta penurunan. Analisis daya dukung aksial tiang tunggal dan kelompok dilakukan menggunakan metode Meyerhof (1976) serta Reese dan Wright (1977), sementara analisis daya dukung aksial dan lateral juga dilakukan menggunakan *software Allpile*. Untuk analisis daya dukung lateral tiang tunggal dan kelompok, digunakan metode Broms (1964). Penurunan fondasi dihitung menggunakan persamaan Vesic (1977) dan juga dianalisis dengan *software Settle 3D* guna memperoleh hasil yang lebih akurat. Dibawah ini merupakan Lokasi penelitian yang bertempat di kelurahan Tingkulu, Kecamatan Wanea, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Rusun Kejaksan Tinggi ini dibangun di atas lahan seluas 5.800 m² dengan jumlah hunian yang ada sebanyak 44 unit dengan tipe 36 meter².



Gambar 1. Site Plan/Lokasi Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Koreksi Data SPT dan Korelasi Parameter Tanah

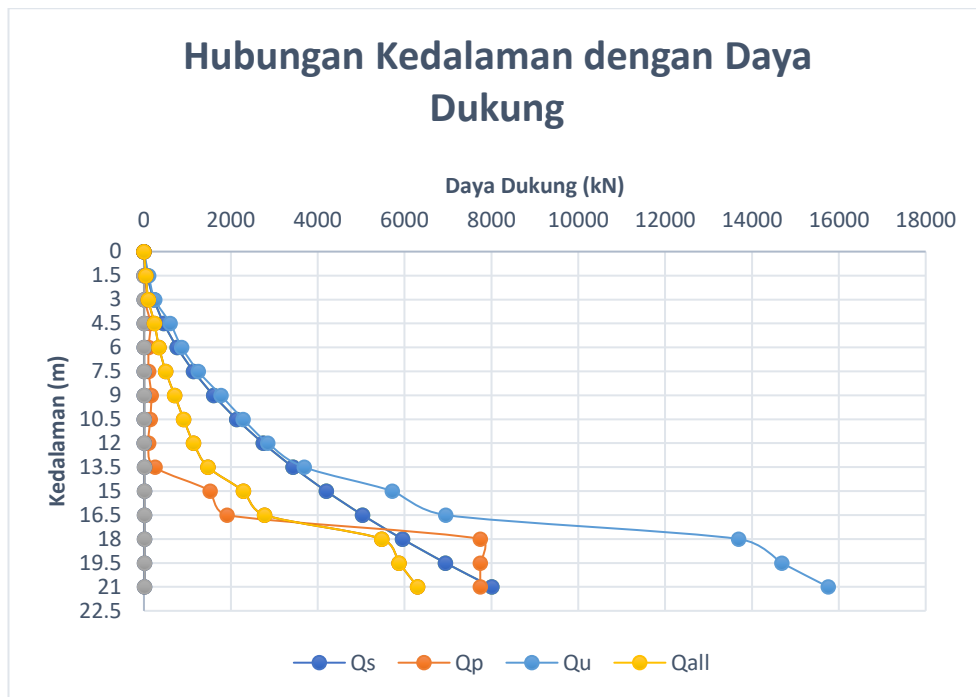
Nilai SPT yang diperoleh di olah dengan menerapkan korelasi terhadap parameter-parameter yang diperlukan, kemudian digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Hasil koreksi data SPT serta korelasi parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koreksi Data SPT dan Korelasi Parameter Tanah

KEDALAMAN (m)	DESKRIPSI	JUMLAH PUKULAN				C_E	N_{60}	c_u (kPa)	Φ (°)	γ (kN/m ³)	σ_v' (kPa)
		N1	N2	N3	N-SPT						
		(pukul an/ 15 cm)	(pukul an/ 15 cm)	(pukul an/ 15 cm)	(pukul an/ 30 cm)						
0	sandy clay (brown)	0	0	0	0		0				49.80
1.5		1	1	2	3	1	3	18.00	26.00	16.30	
3		5	4	5	9	1	9	54.00	30.39	16.90	
4.5	Silty sand (black)	3	2	2	4	1	4	0	26.93	16.40	442.95
6		1	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
7.5		2	2	1	3	1	3		26.00	16.30	
9		2	2	1	3	1	3		26.00	16.30	
10.5		2	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
12		1	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
13.5		3	2	1	3	1	3		26.00	16.30	
15		2	2	1	3	1	3		26.00	16.30	
16.5		4	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
18		1	1	3	4	1	4		26.93	16.40	
19.5		3	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
21		3	1	3	4	1	4		26.93	16.40	
22.5		2	3	3	6	1	6		28.49	16.60	
24		2	1	2	3	1	3		26.00	16.30	
25.5		3	2	2	4	1	4		26.93	16.40	
27		2	2	3	5	1	5		27.75	16.50	
28.5		2	3	2	5	1	5		27.75	16.50	
30		2	2	4	6	1	6		28.49	16.60	

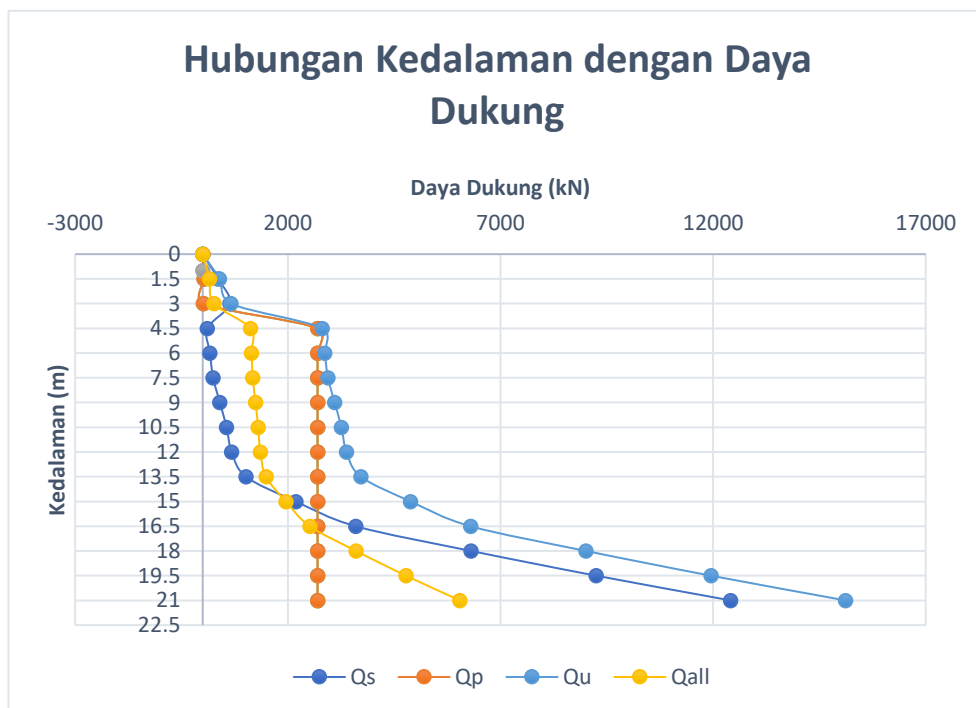
4.2. Perhitungan Daya Dukung Aksial

Berikut hasil perhitungan daya dukung aksial dengan diameter 0.4 dan kedalaman Fondasi 15 m, dengan menggunakan metode Meyerhof didapat untuk $Q_s = 4196.61$ kN, $Q_p = 1522.13$ kN, $Q_{ult} = 5718.74$ kN, $Q_{all} = 2287.50$ kN. Di bawah ini merupakan Grafik Hasil analisis daya dukung untuk kedalaman 0 – 21 m. dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya diameter atau pun kedalaman tiang daya dukung juga semakin besar.



Gambar 2. Grafik Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal (Metode Meyerhof) Diameter 0.4 m

Dan untuk metode Reese and wright didapat untuk $Q_s = 2189.20$ kN, $Q_p = 2700$ kN, $Q_{ult} = 4889.20$ kN, $Q_{all} = 1955.68$ kN. Dibawah ini merupakan Grafik Hasil analisis daya dukung untuk kedalaman 0 – 21 m. dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya diameter atau pun kedalaman tiang daya dukung juga semakin besar.



Gambar 3. Grafik Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal (Metode Reese and wright) Diameter 0.4 m

4.3. Analisis Daya dukung Aksial menggunakan Allpile

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Allpile* diperoleh $Q_{ult} = 1325.00$ kN, sedangkan untuk $Q_{all} = 530.00$ kN. Berikut ini merupakan hasil Running dari *Allpile*.

Pile Data:							Vertical capacity: Weight above Ground= 2.89 Total Weight= 126.20-kN *Soil Weight is not included Side Resistance (Down)= 181.289-kN Side Resistance (Up)= 181.298-kN Tip Resistance (Down)= 1141.716-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN Total Ultimate Capacity (Down)= 1323.005-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 307.495-kN Total Allowable Capacity (Down)= 529.202-kN Total Allowable Capacity (Up)= 247.063-kN N/G! Qallow < Q
Depth	Width	Area	Per.	I	E	Weight	
-m	-cm	-cm ²	-cm	-cm ⁴	-MP	-kN/m	
0.0	40	12147.5	125.7	1214749.1	20683	9.620	Settlement Calculation: At Q= 3558.60-kN Settlement= 99999.00000-cm At Xallow= 2.50-cm Qallow= 1199.84924-kN
15.0	40	1256.6	125.7	126643.9	20683	2.963	

a.

b.

Gambar 4. a. Data dimensi Bored Pile; b. Hasil daya dukung Aksial menggunakan Allpile

Berikut ini tabel perbandingan Analisis Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal menggunakan perhitungan empiris dan *Software Allpile*.

Tabel 2. Hasil Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal menggunakan Perhitungan Empiris dan *Software Allpile*.

KESIMPULAN KAPASITAS DAYA DUKUNG TIANG TUNGGAL							
Metode	Desain	Diameter Tiang	Kedalaman Tiang	Qult	Qall	Qdes	KONTROL
		(m)	(m)				
Meyerhof (1976)	1	0.40	15.00	5718.74	2287.50	1422.15	PONDASI AMAN
	2	0.60	15.00	9564.28	3825.71	1422.15	PONDASI AMAN
	3	0.80	15.00	14481.74	5792.70	1422.15	PONDASI AMAN
Reese & Wright (1977)	1	0.40	15.00	4889.21	1955.68	1422.15	PONDASI AMAN
	2	0.60	15.00	5917.15	2366.86	1422.15	PONDASI AMAN
	3	0.80	15.00	7945.08	3178.03	1422.15	PONDASI AMAN
Software Allpile	1	0.40	15.00	1325.00	530.00	1422.15	TIDAK AMAN
	2	0.60	15.00	7092.35	2836.94	1422.15	PONDASI AMAN
	3	0.80	15.00	19996.87	7998.75	1422.15	PONDASI AMAN

4.4. Analisis Daya Dukung Aksial Tiang Kelompok

Hasil analisis daya dukung aksial tiang kelompok dengan menggunakan diameter 0.4 m dan Panjang tiang 15 m dengan jumlah sebanyak 4 tiang didapat $Q_{g(u)} = 17156.22$ kN dan $Q_{g(all)} = 6862.49$ kN. Berikut resume hasil perhitungan Analisis daya dukung Aksial tiang kelompok dengan variasi diameter 0.4 m, 0.6 m, 0.8 m.

Tabel 3. Analisis Daya Dukung Aksial Tiang Kelompok

Metode	Diameter	$Q_{g(u)}$	$Q_{g(all)}$
		(kN)	(kN)
Meyerhof (1976)	0.40	17156.22	6862.49
	0.60	28692.83	11477.13
	0.80	43445.22	17378.09
Reese & Wright (1977)	0.40	14667.62	5867.05
	0.60	17751.44	7100.57
	0.80	23835.25	9534.10

4.5. Analisis Daya dukung Lateral tiang tunggal

Hasil analisis daya dukung Lateral dengan menggunakan diameter 0.4 m dan Panjang tiang 15 m dengan jumlah sebanyak 4 tiang didapat $Q_{ult} = 171.05$ kN dan $Q_{all} = 69.42$ kN, untuk momen maximum $M_{max} = 322.55$ kN.m dan untuk defleksi $y_x = 0.0077$ m. Berikut resume hasil perhitungan Hasil analisis daya dukung Lateral dengan variasi diameter 0.4 m, 0.6 m, 0.8 m.

Tabel 4. Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal

Diameter (m)	Q_u (kN)	Q_{all} (kN)	M_{max} (kN.m)	Y_x (Defleksi) (m)
0.4	171.05	68.42	322.55	0.00779
0.6	314.89	125.96	986.71	0.00750
0.8	497.61	199.04	2263.33	0.00748

4.6. Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok

Hasil analisis daya dukung Lateral tiang kelompok dengan menggunakan diameter 0.4 m dan Panjang tiang 15 m dengan jumlah sebanyak 4 tiang. didapat $Q_{ult} = 287.36$ kN dan $Q_{all} = 114.94$ kN. Berikut resume hasil perhitungan Hasil analisis daya dukung Lateral tiang kelompok dengan variasi diameter 0.4 m, 0.6 m, 0.8 m.

Tabel 5. Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Tunggal dan Kelompok

Diameter (m)	Q_u (kN)	Q_{all} (kN)
0.4	287.37	114.95
0.6	529.02	211.61
0.8	835.98	334.39

4.7. Analisis Penurunan Bored Pile

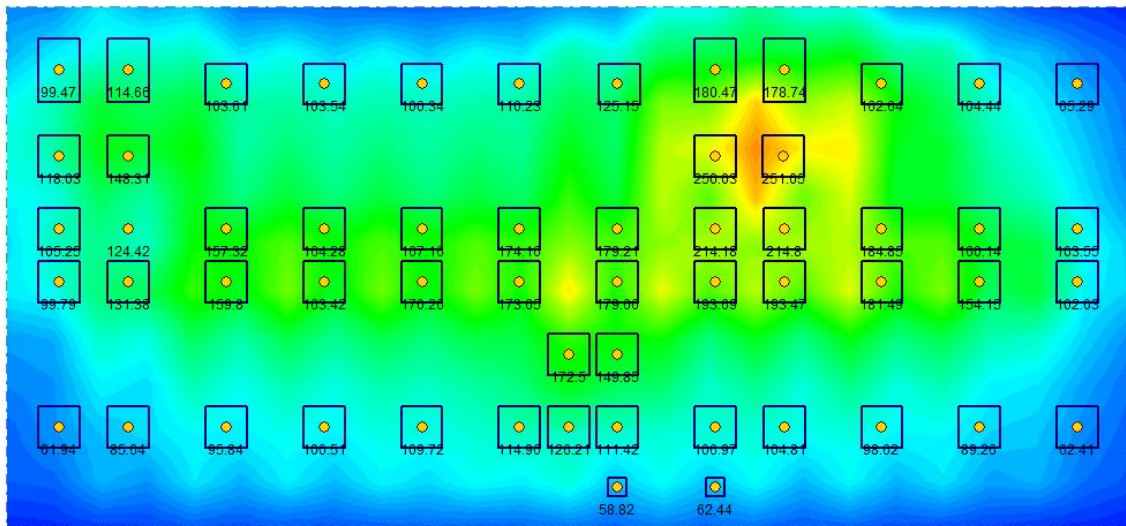
Penurunan fondasi *Bored Pile* pada ketiga diameter fondasi, yakni 0,4 m, 0,6 m dan 0.8 m memenuhi syarat atau masih dalam batas aman, dengan hasil analisis cara manual menggunakan metode Vesic untuk tiap variasi diameter masing-masing sebesar 188.01 mm, 249.97 mm dan 357.33 mm untuk tiang tunggal dan 388.44 mm, 467.66 mm, 668.50 untuk tiang kelompok. Berikut resume hasil perhitungan penurunan tiang tunggal dan tiang kelompok.

Tabel 6. Analisis Penurunan Tiang Tunggal dan Tiang Kelompok

Diameter (m)	S_1	S_2	S_3	S_e		$S_{g(e)}$	
				m	mm	m	mm
0.4	0.020	0.002	0.166	0.19	188.01	0.35	388.44
0.6	0.016	0.015	0.220	0.25	249.97	0.47	467.66
0.8	0.014	0.062	0.281	0.36	357.33	0.67	668.50

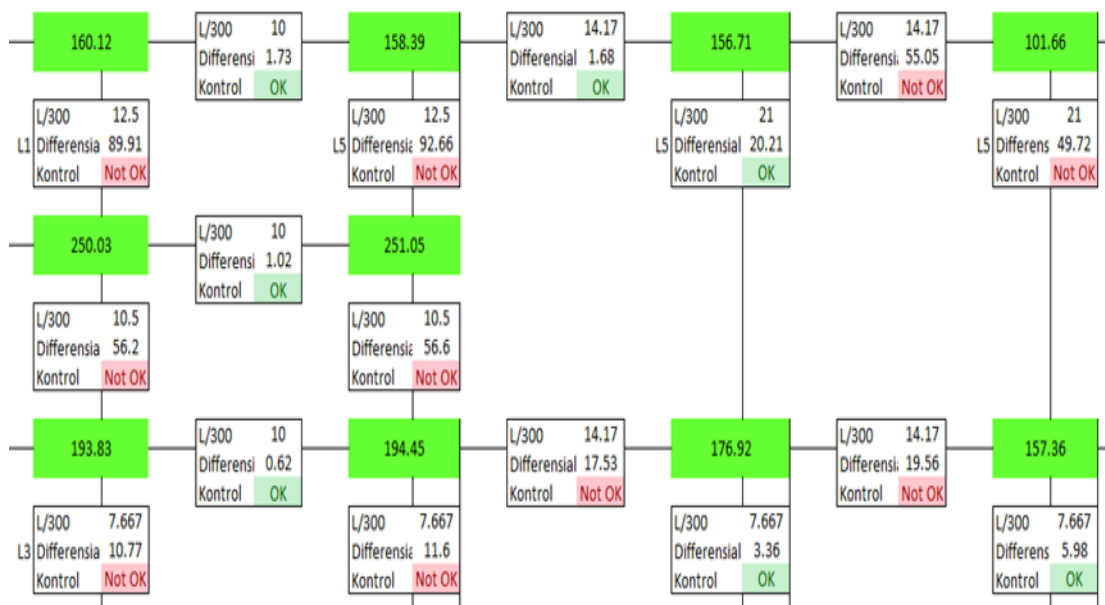
4.8. Analisis Penurunan menggunakan Settle3D

Software *Settle3D* digunakan untuk menganalisis penurunan pada pile berdiameter 0.4 m dan diperoleh penurunan sebesar 251.05 mm untuk beban pada pile cap terbesar. Berikut merupakan hasil penurunan semua tiang sesuai dengan denah fondasi.



Gambar 5. Hasil penurunan menggunakan Settle3D

Pada kontrol penurunan diferensial, batas perbedaan penurunan berdasarkan Pasal 9.2.4.3 SNI 8460-2017 adalah $L/300$; dengan L (jarak antar kolom), dengan ketentuan: selisih penurunan antar kolom adalah selisih $< L/300$.



Gambar 6. Kontrol Penurunan Diferensial

Setelah dilakukan analisis penurunan fondasi bored pile dengan cara empiris menggunakan metode Vesic dan menggunakan *software Settle3D*, terdapat perbedaan berkisar 625.94 mm yang akan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6 . Analisis Penurunan Tiang Tunggal dan Tiang Kelompok

Metode	Se 1	Se 2	Selisih	L/300	Kontrol
	mm	mm	mm	mm	
Vesic (Meyerhof)	351.74	351.74	0	10.5	OK
Vesic (Reese & Wright)	388.44	388.44	0	10.5	OK
Settle3D	250.03	251.05	1.02	12.5	OK

5. Kesimpulan

- Untuk Fondasi *Bored Pile* dengan panjang tiang 15 m dan variasi diameter 0,4 m, 0,6 m dan 0,8 m didapat kapasitas dukung aksial izin masing-masing untuk Metode *Meyerhof* secara berturut-turut sebesar: 2287.50 kN; 3825.71 kN; 5792.70 kN. Untuk Metode *Reese dan wright* sebesar: 1955.68 kN; 2366.86 kN; 3178.03 kN.
- dilakukan analisis daya dukung tiang kelompok, dengan variasi diameter 0,4 m, 0,6 m dan 0,8 m, dengan jumlah tiang 4 buah, didapat kapasitas dukung izin untuk Metode *Meyerhof* secara berturut-turut sebesar: 6862.49 kN; 11477.13 kN; 17378.09 kN. Dan untuk Metode *Reese dan Wright* sebesar: 5867.05 kN; 7100.57 kN; 9534.10 kN.
- Untuk kapasitas lateral fondasi *Bored Pile* yang dianalisis menggunakan metode *Broms*, dengan variasi diameter 0,4 m, 0,6 m dan 0,8 m. Untuk kapasitas dukung lateral izin masing-masing secara berturut-turut sebesar :68.42 kN; 125.95 kN; 199.04 kN. Dan untuk Momen Maximum yang didapat sebesar: 322.55 kN.m; 986.71 kN.m; 2263.33 kN.m. Sedangkan untuk Defleksi dengan menggunakan persamaan *Reese And Matlock* diperoleh hasil sebagai Berikut: 0.00779 m; 0.00749 m; 0.00747 m
- Penurunan fondasi *Bored Pile* sebesar 188.01 mm, 249.97 mm dan 357.327 mm untuk tiang tunggal dan 388.44 mm, 467.657 mm, 668.498 mm untuk tiang kelompok dan menggunakan *software Settle3D* untuk diameter sebesar 0,4 m didapat 251.05 mm untuk beban pada pile cap terbesar
- Dihitung juga untuk Analisis menggunakan *Software Allpile* untuk kapasitas dukung aksial izin secara berturut-turut sebesar: 530.00 kPa; 2836.94 kPa; 7008.75 kPa.

Referensi

- BSN. (2017). SNI 8460:2017 "Persyaratan Perancangan Geoteknik". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2020). SNI 1727:2020 "Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bowles E.J. (1997) *Foundation Analysis and Design*
- Dalle, J. R., Manoppo, F. J., dan Rondonuwu, S. G. (2022). Analisis Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba Di Tanah Lunak. *TEKNO*, 20(82), 1051-1061.
- Das, B. M. (1983). *Principles of Foundation Engineering*.
- Das, Braja M. dan Sivakugan, Nagaratnam. (2017). *Principles of Foundation Engineering, Ninth Edition, SI Edition. Boston: Cengage*.
- Das, Braja M., Dean Emeritus, dan Khaled Sobhan. (2014, 2010). *Principles of Geotechnical Engineering, Eight Edition, SI. USA: Cengage Learning*.
- Ering, I. A., Legrans, R. R., dan Rondonuwu, S. G. (2024). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Rakit Dan Fondasi Sumuran Pada Konstruksi Gedung Kuliah Jurusan Farmasi FMIPA UNSRAT. *TEKNO*, 22(88), 1001-1011.
- Gobel, Fahreza, Roski R. I. Legrans, dan Jack H. Ticoh. (2024). Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Bor Kelompok pada Pekerjaan Transmisi Line 150 kV PLTS Terapung PT. PJB Masdar Solar Energi. *TEKNO*.
- Hadiyatmo, Hary C. (1996). *Teknik Fondasi 1*. Jakarta: Gramedia Pusaka Utama.
- Kalendesang, Natanael C., Jack H. Ticoh, dan Roski R. I. Legrans. (2022). Analisis Penurunan Fondasi Dangkal Menggunakan Program *Settle3D* (Studi Kasus: SMA Eben Haezer Manado). *TEKNO*.
- Legrans, Roski R. I. dan Imbar, Sesty. (2011). Tinjauan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Tanah Berlapis Berdasarkan Hasil Uji Penetrasi Standar (SPT). *TEKNO-SIPIL*.
- Manaroinsong, L. D. K., Manalip, H., dan Balamba, S. (2013). Analisis Respon Spektra Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 3(2).
- Munsir, D. A. F., Manoppo, F. J., dan Rondonuwu, S. G. (2024). Analisis Fondasi Tiang Bor Dan Fondasi Rakit Di Tanah Berpotensi Likuifaksi (Studi Kasus: Daerah Pinggiran Jembatan Megawati Kota Manado). *TEKNO*, 22(89), 1811-1820.
- Mohshin, M., et al. "Load-Displacement and Load Transfer Mechanisms of Pile Foundation Using AllPile Software."
- Prakash, Shamsheer dan Sharma, Hari D. (1990). *Pile Foundations in Engineering Practice. Canada: John Wiley dan Sons, Inc.*
- Prilia, Ribka, Fabian J. Manoppo, dan Lanny D. K. Manaroinsong. (2021). Analisis Fondasi Tiang Bor Dengan PLAXIS 3D (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas Teknik Unsrat Jursan Sipil. *TEKNO*

- Roschedy, George, Fabian J. Manoppo, dan Agnes T. Mandagi. (2019). Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan GORR I. Jurnal Sipil Statik.
- Rondonuwu, S. G. (2015). Behavior of vacuum consolidation with and without surcharge load.
- Rondonuwu, S. G., dan Sarajar, A. N. (2016). CONSOLIDATION CHARACTERISTICS UNDER CYLINDER TEST, CENTRIFUGAL TEST AND OEDOMETER TEST. *TEKNO*, 14(66).
- Rondonuwu, S. G., Sompie, O. B., dan Sarajar, A. N. (2024). Faktor Skala: Pengukuran Parameter Uji Konsolidasi Cepat Dan Perbandingan Dengan Odometer Konvensional. *TEKNO*, 22(90), 2115-2122.
- SNI 8460:2017 "*Tata Cara Perencanaan Geoteknik*", Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Terzaghi, Peck, dan Mesri, (1996) *Soil Mechanics in Engineering Practice*.
- Ticoh dkk (2022). Studi Daya Dukung Izin Tanah Untuk Pondasi Gedung Di Desa Sea, Kec. Pineleng, Kabupaten Minahasa. *TEKNO*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2011 *tentang Rumah Susun*.
- Yuflih, Fakhri dan Dzikiran, Reyhan R. (2021). Analisis Perbandingan Penggunaan Fondasi Antara Tiang Pancang Dengan *Bored Pile* Proyek Pembangunan Gedung Dekanat Universitas Wahid Hasyim Semarang. *UNISSULA Institutional Repository*
- Yousif, Abusamra AA, and Elkhomuini HM Ali. "Determination of Piles Bearing Capacity using Empirical Methods and (AllPile 6) Software-Cases studies Portsudan and Khartoum Cities." *International Journal of Material and Mathematical Sciences* 3.6 (2021): 113-121.