

PERENCANAAN PONDASI (SUB STRUCTURE) GEDUNG RUSUNAWA RANCACILI SILINDER II BANDUNG

Hery Agustian^{1*}, Himalaya Bima Kenzo², Ratu Mutiah Sari³, Ismail Nur Ariyanto⁴, Dwi Aneka Kartini⁵

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan, agustianhery@gmail.com

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan

⁴ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan

⁵ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan

* Corresponding Author : agustianhery@gmail.com

Abstrak

Pembangunan rusunawa berfungsi sebagai solusi hunian layak yang dapat menampung banyak penduduk dalam satu lokasi untuk mengurangi penggunaan lahan. Pembangunan ini memerlukan desain struktur yang tahan gempa dan mampu menahan berbagai beban, baik beban mati, dinamis, maupun gaya dari berbagai arah. Proses perencanaan melibatkan pengumpulan data tanah, gambar rencana, literatur, perhitungan beban, perancangan awal (*preliminary design*) pondasi, pengecekan daya dukung, dan validasi hasil perhitungan manual. Penyelidikan tanah dilakukan melalui uji sondir, borehole, dan laboratorium, terutama menggunakan data Triaxial UU Test untuk jenis tanah berbutir halus. Hasil penelitian dan analisis menghasilkan desain struktur pondasi bawah yang kuat, stabil, dan efisien. Perhitungan dilakukan secara manual maupun dengan bantuan perangkat lunak untuk memastikan akurasi dan keandalan desain.

Kata Kunci : pondasi, sub struktur, rusunawa, LPile, perencanaan geoteknik

DESIGN OF THE FOUNDATION (SUBSTRUCTURE) OF RANCACILI CYLINDER II RUSUNAWA BUILDING IN BANDUNG

Abstract

The construction of low-cost apartments (rusunawa) serves as a housing solution that accommodates many residents in one location, reducing land use. This development requires structural designs that are earthquake-resistant and capable of withstanding various loads, including dead loads, dynamic loads, and forces from multiple directions. The planning process involves collecting soil data, design drawings, and literature; calculating loads; designing the preliminary foundation; checking bearing capacity; and validating manual calculation results. Soil investigations are conducted using cone penetration tests (CPT), borehole tests, and laboratory tests, particularly employing Triaxial UU Test data for fine-grained soil types. The results of research and analysis produce a substructure foundation design that is strong, stable, and efficient. Calculations are performed manually and with software assistance to ensure design accuracy and reliability.

Keywords: foundation, substructure, rusunawa, LPile, geotechnical planning.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah penduduk yang padat, menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan tempat tinggal. Namun, keterbatasan lahan mendorong pemerintah mencari solusi, salah satunya melalui pembangunan rumah susun sewa (rusunawa). Rusunawa dirancang sebagai bangunan layak huni yang dapat menampung hingga 1200 jiwa dalam 278 unit, sehingga efisien dalam penggunaan lahan. Karena Indonesia berada di kawasan rawan gempa akibat pertemuan tiga lempeng besar bumi, rusunawa perlu dirancang dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap gempa. Gempa bumi, yang disebabkan oleh pergeseran lapisan tanah, dapat menimbulkan kerusakan signifikan pada bangunan. Oleh karena itu, desain struktur, terutama pondasi, harus kuat menahan berbagai gaya yang bekerja, baik dari atas, bawah, maupun samping. Desain bangunan tahan gempa di Indonesia diatur oleh standar nasional, termasuk SNI 1727:2013 tentang beban minimum bangunan, SNI 8460:2017 tentang perancangan geoteknik, dan SNI 1726:2012 tentang ketahanan gempa. Standar ini didasarkan pada gempa rencana dengan periode ulang 2500 tahun, memastikan struktur mampu menghadapi risiko gempa dengan tingkat keamanan yang tinggi.

Tujuan dari penyusunan perencanaan ini adalah untuk merencanakan dimensi struktur bawah bangunan (substructure) sesuai dengan peraturan pembebanan bangunan yang berlaku di Indonesia, serta menganalisis pengaruh pembebanan pada struktur bawah bangunan menggunakan perangkat lunak LPile. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa struktur bawah bangunan dirancang secara optimal sesuai dengan standar yang berlaku.

Adapun rumusan masalah yang diangkat dalam perencanaan ini meliputi langkah-langkah yang diperlukan untuk merencanakan dimensi struktur bawah bangunan sesuai dengan standar pembebanan di Indonesia, serta menganalisis pengaruh pembebanan terhadap struktur bawah menggunakan perangkat lunak LPile. Penelitian ini bertujuan memberikan solusi yang terukur dalam merancang struktur bawah bangunan yang aman dan efisien. Pondasi merupakan elemen penting dalam konstruksi bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas ke lapisan

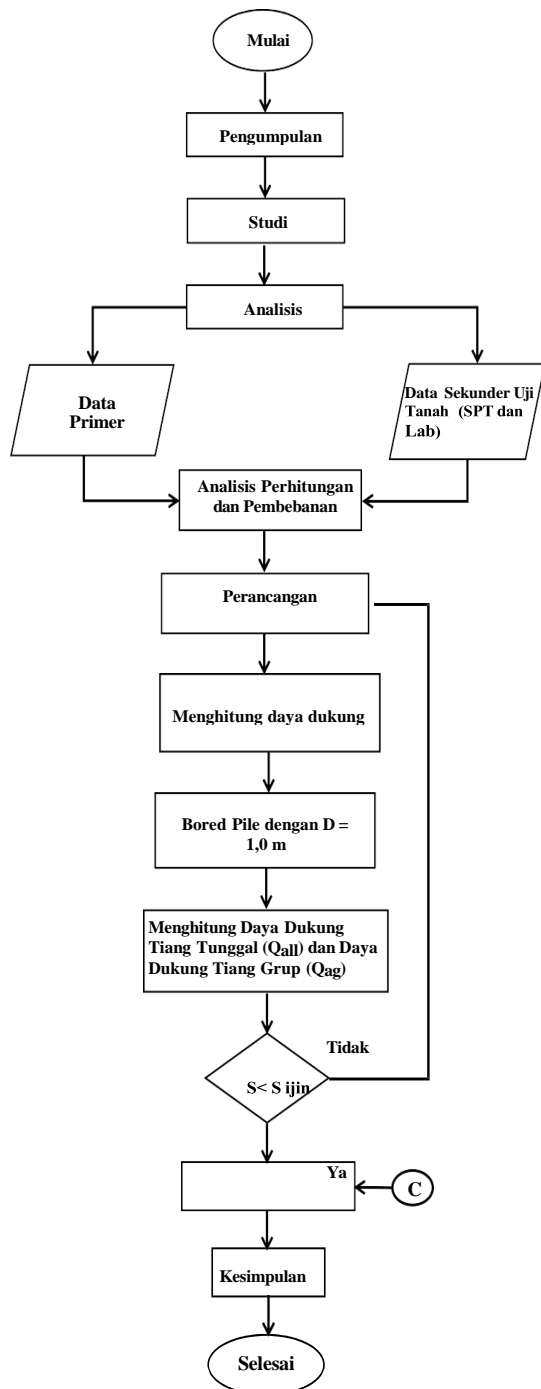
tanah di bawahnya. Pondasi merupakan struktur yang dibagi dalam 2 (dua) jenis klasifikasi, pondasi dangkal dan pondasi dalam, yang dipilih berdasarkan kondisi tanah dan beban yang akan ditanggung. Pondasi dangkal digunakan untuk bangunan dengan beban ringan dan kondisi tanah yang baik, sedangkan pondasi dalam digunakan untuk bangunan berat yang memerlukan dukungan dari lapisan tanah yang lebih dalam. (Hardiyatmo, H.C., 2002). Daya dukung pondasi dipengaruhi oleh kondisi tanah dan dapat dianalisis melalui metode seperti SPT dan uji laboratorium. Metode Meyerhof dan Terzaghi digunakan untuk menghitung daya dukung berdasarkan data uji tanah (Das, 1993). esain harus memenuhi kriteria keamanan dan stabilitas, dengan mempertimbangkan interaksi antara tiang dan tanah (Hardiyatmo, 2002). SNI 8460:2017 memberikan panduan untuk perencanaan yang sesuai. Perencanaan pondasi di Indonesia harus mempertimbangkan ketahanan terhadap gempa sesuai SNI 1726:2012. Desain yang baik dapat mengurangi risiko kerusakan akibat gempa (Bowles, 1993).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan berbagai prosedur yang dijelaskan dalam bentuk flowchart, mencakup kebutuhan data, serta alat dan instrumen yang digunakan. Beberapa data yang sangat penting untuk menyusun tugas akhir ini antara lain: gambar rencana pondasi gedung Rusunawa Rancacili Silinder II Bandung, data uji tanah SPT (Standard Penetration Test), data uji tanah laboratorium, dan data teknis struktur gedung tersebut.

Prosedur penelitian dimulai dengan pengumpulan data yang dibutuhkan, seperti data tanah, gambar rencana, serta literatur-literatur yang relevan. Setelah itu, dilakukan perhitungan beban yang bekerja pada struktur atas bangunan yang akan disalurkan ke pondasi. Selanjutnya, dilakukan perencanaan desain awal (preliminary design) untuk pondasi. Setelah desain awal selesai, dilakukan pengecekan dengan menghitung daya dukung pondasi. Kemudian, dilakukan pemodelan pondasi menggunakan perangkat lunak LPile, dan akhirnya dilakukan validasi ulang terhadap

hasil perhitungan manual untuk memastikan akurasi dan kesesuaian hasil perencanaan.



Gambar 1. Flowchart prosedur penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop HP dengan spesifikasi Intel Core i7 9th Gen, RAM 8GB, harddisk 1TB, dan sistem operasi Windows 10. Instrumen pendukung penelitian meliputi perangkat lunak Microsoft Office 2016 dan LPILE 2019. LPILE dipilih karena kemampuannya dalam

menganalisis pembebanan lateral tiang menggunakan metode p-y, memecahkan persamaan diferensial antara balok dan kolom, menghitung beban lateral yang dimodelkan dengan kurva, dan menghitung faktor reduksi untuk pile group berdasarkan nilai rata-rata dari masing-masing tiang.

LPILE adalah program komputer yang digunakan secara internasional untuk menganalisis tiang di bawah pembebanan lateral menggunakan metode p-y. Program ini menghitung defleksi, momen lentur, gaya geser, dan respons tanah terhadap panjang tiang. Beban lateral nonlinier dipindahkan dari pondasi ke tanah menggunakan kurva p-y yang dihasilkan secara internal atau ditentukan pengguna. Sejak diluncurkan pertama kali pada 1986, LPILE terus berkembang dan meningkatkan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan mengadopsi prosedur terkini dari penelitian teknis yang dipublikasikan.



Gambar 2. Proses penginputan Data Menggunakan LPILE

Tahapan perhitungan menggunakan LPILE dapat dibagi dalam empat langkah utama: Plan, Do, Check, dan Act. Pada tahap Plan, langkah pertama adalah mempersiapkan data dan pengaturan awal di LPILE, seperti memilih jenis pondasi, menentukan dimensi, dan mengatur satuan yang akan digunakan. Selanjutnya, pada tahap Do, data pondasi, kondisi tanah, dan beban dimasukkan ke dalam perangkat lunak LPILE sesuai dengan rencana yang telah disiapkan. Setelah data dimasukkan, tahap Check dilakukan dengan memeriksa hasil input dalam bentuk grafik atau 3D untuk memastikan kesesuaian data dengan desain yang diinginkan. Terakhir, pada tahap Act, dilakukan analisis untuk memverifikasi hasil perhitungan dan melakukan penyesuaian jika diperlukan berdasarkan output yang dihasilkan.

PEMBAHASAN DAN HASIL

Data penyelidikan tanah sangat penting dalam perencanaan struktur bawah jembatan

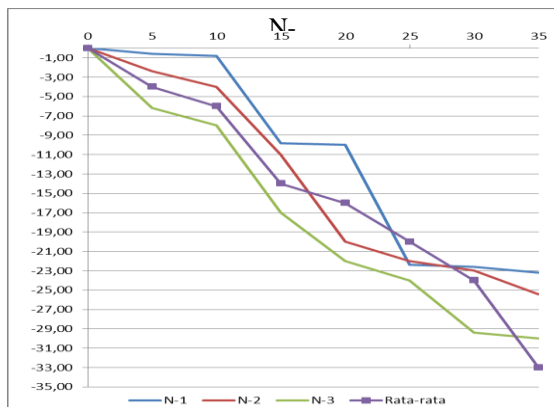
dan menjadi salah satu data sekunder dalam penulisan Tugas Akhir ini. Penyelidikan lapangan dilakukan dengan metode bore hole (BH) sebanyak satu titik hingga kedalaman 31 meter, serta uji Standard Penetration Test (N-SPT) pada tiga titik dengan kedalaman bervariasi antara 2 hingga 4 meter. Selain itu, dilakukan uji laboratorium seperti Index Property Test, Specific Gravity Test, Atterberg Limit Test, Unconfined Compression Test, dan Triaksial (UU) pada titik BH-1 dengan total 12 sampel.

Dengan pertimbangan keamanan dan simplikasi desain, diambilah nilai SPT rata-rata yang representative sebagai acuan. Dalam tabel, berikut adalah nilai dari SPT rata-rata tersebut :

Tabel.1 Nilai N-SPT berdasarkan kedalaman tanah

No.	Elevasi	Jenis Lapisan	N-SPT (Pukulan)
1	-2,00	Lanau	2
2	-6,00	Lempung	2
	-14,00		4
3	-16,00	Lempung Pasiran	2
4	-20,00	Lempung	3
	-22,00		27
	-24,00		19
5	-26,00	Lanau Pasiran	7
6	-28,00	Lempung	4
7	-30,00	Pasir Lanauan	6
8	-32,00	Lanau Pasiran	50
9	-40,00	Pasir Lanauan	50

Berikut ini merupakan grafik dari N-SPT menurut kedalaman dari 3 buah titik penyelidikan dan juga nilai rata-ratanya :



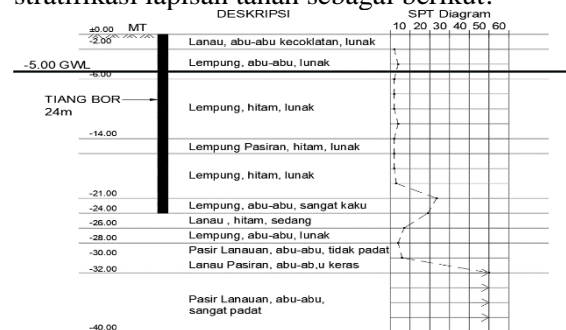
Gambar 4. grafik dari N-SPT

Berikut ini hasil analisa tanah berdasarkan data *Bore Hole* :

Tabel.2 Data Hasil Bore Hole

No.	Kedalaman (m)	NSPT	Konsistensi	Deskripsi
1	0.00 – 2.00	2	Lunak	Lanau
2	2.00 – 6.00	2	Lunak	Lempung
3	6.00 – 14.00	4	Lunak	Lempung
4	14.00 – 16.00	2	Lunak	Lempung pasiran
5	16.00 – 20.00	3	Lunak	Lempung
6	20.00 – 22.00	27	Sangat kaku	Lempung
7	22.00 – 24.00	19	Sangat kaku	Lempung
8	24.00 – 26.00	7	Sedang	Lanau pasiran
9	26.00 – 28.00	4	Lunak	Lempung
10	28.00 – 30.00	6	Tidak padat	Pasir lanauan
11	30.00 – 32.00	>50	Keras	Lanau pasiran
12	32.00 – 40.00	>50	Sangat padat	Pasir lanauan

Dari hasil data Bore Hole didapatkan stratifikasi lapisan tanah sebagai berikut:



Gambar 5. Stratifikasi Lapisan Tanah Hasil Dari Data *Bore Hole*

Berdasarkan data hasil penelitian tanah maka didapatkan tanah pada lokasi adalah tanah berlempung / berbutir halus. Maka untuk menghitung daya dukung tanah digunakan data hasil Lab Test atau Kohesi Undrained karena perhitungan daya dukung menggunakan data.

Sondir atau SPT hanya dapat digunakan jika kondisi tanah berpasir. Berikut adalah hasil data Analisa tanah berdasarkan Lab Test.

Tabel.3 Hasil Analisa Tanah Berdasarkan *Laboratory Tes*

Laboratory Test Resume												
No Sample	U05 1	U05 2	U05 3	U05 4	U05 5	U05 6	U05 7	U05 8	U05 9	U05 10	U05 11	U05 12
Depth	1.00-1.55	3.00-3.55	5.00-5.55	7.00-7.55	9.00-9.55	11.00-11.55	13.00-13.55	15.00-15.55	17.00-17.55	19.00-19.55	21.00-21.55	23.00-23.55
Index Properties												
1) Density	ρ	1.251	1.251	1.254	1.248	1.235	1.198	1.193	1.174	1.201	1.216	1.229
2) Water content	w	%	52.29	53.61	52.14	51.1	77.46	79.17	62.97	67.34	62.96	59.54
3) Specific gravity	G _s	-	2.67	2.65	2.65	2.68	2.68	2.68	2.67	2.67	2.67	2.67
4) Dry density	ρ_d	kg/m ³	0.81	0.81	0.81	0.79	0.75	0.68	0.68	0.75	0.81	0.81
Void ratio	e	-	2.01	2.02	2.09	2.04	2.85	2.91	2.97	3.05	2.99	3.05
Porosity	n	-	0.69	0.69	0.74	0.72	0.74	0.71	0.75	0.75	0.71	0.75
Degree of saturation	S _r	%	61.34	61.71	75.11	68.54	72.87	62.68	74.40	76.31	75.45	69.69
4) Plastic limit	PL	%	34.66	28.36	25.91	21.97	20.66	21.91	20.01	21.97	24.81	21.16
Liquid limit	LL	%	53.81	52.11	54.71	50.01	50.62	53.67	53.76	57.24	53.74	52.37
Plasticity index	PI	%	19.15	23.75	28.80	28.04	30.17	32.96	31.79	31.97	28.93	31.21
5) Grain size	Gravel	G	%	1.94	1.61	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sand	S	%	60.1	7.29	4.51	7.3	8.31	0.81	1.99	21.52	10.11	41.6
Clay	C	%	34.81	91.11	95.40	92.69	91.69	98.19	98.01	78.49	89.89	58.39
Engineering properties	qu	kg/cm ²	0.463	0.466	0.465	0.47	0.477	0.495	0.491	0.491	0.491	0.495
6) Unconfined Compression Test	qu	kg/cm ²	0.381	0.4	0.412	0.413	0.416	0.431	0.437	0.478	0.486	0.497
St	-	1.871	1.214	1.564	1.5	1.812	1.832	1.838	1.885	1.746	1.562	1.333
Cu	kg/cm ²	0.27	0.293	0.362	0.385	0.275	0.113	0.251	0.145	0.116	0.144	0.188
7) Triaxial Test	σ_1	kg/cm ²	0.48	0.4	0.41	0.48	0.49	0.513	0.27	0.18	0.25	0.188
σ_3	kg/cm ²	0.154	0.184	0.189	0.112	0.185	0.151	0.114	0.085	0.119	0.084	0.118
8) Consolidation Test	Cc	-	0.493	1.843	1.81	1.58	0.751	0.681	0.644	1.251	1.681	0.68
Cv	cm ² /sec	2.47E-01	1.44E-01	2.30E-01	2.46E-01	1.90E-01	2.57E-01	2.02E-01	2.20E-01	2.10E-01	2.10E-01	2.20E-01

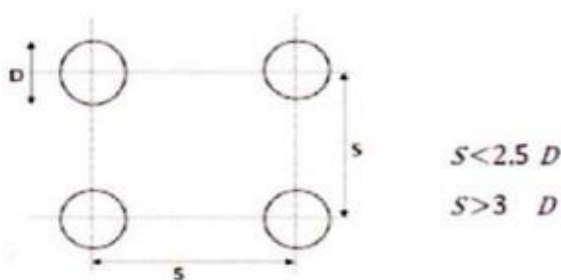
Pembangunan gedung rusunawa Rancacili Silinder II dipilih menggunakan pondasi bored pile dengan diameter 1,00 meter dan kedalaman 24 meter, mengingat lokasi proyek yang dekat dengan kawasan padat penduduk. Penggunaan bored pile dipilih untuk meminimalkan dampak kebisingan dibandingkan dengan tiang pancang. Pondasi ini direncanakan untuk mencapai lapisan tanah berlempung halus, memastikan struktur pondasi dapat berfungsi dengan baik dan tahan terhadap pembebanan yang ada. Berikut ini merupakan data teknis dari pondasi bored pile pada pondasi P3 :

- Mutu beton = K-400 → 33,2 MPa
- Mutu baja tulangan = U - 40
- Tegangan leleh baja (f_y) = 400 MPa
- Diameter bored pile (D) = 1000 mm = 1,0 meter
- Kedalaman bored pile (L) = 24 meter
- Jumlah tiang (J) = 4 buah

Tabel.4 Rekapitulasi pembebanan yang bekerja pada pondasi P3

Vertikal P	Horizontal		Momen	
	T _x	T _y	M _x	M _y
(kN)	(ton)	(kN)	(ton)	(kN)
40810,408,32	13087,13087	12514,125	123096,1230	122523,1225
	10	87	15,22	96,22
		88	87	23

Pada pembangunan gedung rusunawa ini, dilakukan pengujian tanah Lab Test untuk menentukan daya dukung pondasi. Perhitungan daya dukung mengacu pada hasil tes tersebut, dengan gambar rencana formasi pondasi P3 sebagai acuan.



Tabel.5 Hasil Triaxial UU Test

No	No.Sample	Depth	Triaxial UU Test					Cu
			c	cos ϕ	σ_x	σ_y	sin ϕ	

Gambar 6. Denah pile group rencana pada pondasi P3

Pondasi yang digunakan memiliki spasi antar tiang sebesar 2,00 m (3D) dan jarak antara pondasi terluar dengan sisi pile cap sebesar 1,00 m (1D), dengan konfigurasi pondasi 2x2 (2 baris dan 2 kolom). Perhitungan diameter minimum bored pile pada P3. Beban maksimum vertikal (P_{maks}) untuk satu buah bored pile adalah sebagai berikut :

$$P_{maks} = V / J = 40.810,31 / 9 = 4.534,479 \text{ kN} = 4.534,479 \text{ N}$$

$$\sigma_c = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 33,2 = 14,94 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D_{min}^2$$

Dengan menghitung diameter minimum, digunakan persamaan berikut :

$$P_{maks} = \sigma_c \times A$$

$$4.534,479 = 14,94 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D_{min}^2 \right)$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4.534,479}{14,94 \times \frac{1}{4} \times 3,14}} = 181,5697$$

$$D_{min} < D_{rencana} = 1000 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Ujung tiang pondasi P3 terletak pada kedalaman 24 meter dengan jenis tanah berlempung halus. Perhitungan daya dukung ujung pondasi menggunakan rumus Meyerhoff yang disesuaikan untuk tanah berbutir halus menjadi $Q_p = 9 \times C_u$. Data kohesi undrained (C_u) diperoleh dari hasil Lab Test, yang dibandingkan antara nilai Compression Test dan Triaxial UU Test untuk mendapatkan nilai C_u terkecil yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tanah.

$$C_u = C \cdot \cos \phi + 1/2 (\sigma_x + \sigma_y) \cdot \sin \phi$$

$$= 0,174 \cdot 1 + 1/2 (0,55+0,55) \cdot 0$$

$$= 0,174 \text{ kg/cm}^2 = 1,74 \text{ ton}$$

Hasil triaxial UU test ditunjukkan pada tabel 5 dibawah ini.

								$C \cdot \cos \phi + 1/2 (\sigma_x + \sigma_y) \cdot \sin \phi$
1	UDS 1	1.00-1.55	0,174	1	0,55	0,55	0	0,174
2	UDS 2	3.00-3.55	0,184	1	0,55	0,55	0	0,184
3	UDS 3	5.00-5.55	0,099	1	0,55	0,55	0	0,099
4	UDS 4	7.00-7.55	0,112	1	0,55	0,55	0	0,112
5	UDS 5	9.00-9.55	0,105	1	0,55	0,55	0	0,105
6	UDS 6	11.00-11.55	0,155	1	0,55	0,55	0	0,155
7	UDS 7	13.00-13.55	0,116	1	0,55	0,55	0	0,116
8	UDS 8	15.00-15.55	0,083	1	0,55	0,55	0	0,083
9	UDS 9	17.00-17.55	0,122	1	0,55	0,55	0	0,122
10	UDS 10	19.00-19.55	0,094	1	0,55	0,55	0	0,094
11	UDS 11	21.00-21.55	0,118	1	0,55	0,55	0	0,118
12	UDS 12	25.00-25.55	0,08	1	0,55	0,55	0	0,08

Berdasarkan hasil data yang didapatkan, maka berikutnya hitung daya dukung vertikal berdasarkan data lab Triaxial UU Test (lihat Tabel IV.3) dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times C_u \times Q_p \\ &= 9 \times 0,80 \\ &= 7,20 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan skin resistance yang dapat dilakukan pada perhitungan ini adalah berdasarkan data lab Triaxial UU Test dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times C_u \times \mu \times \sigma_L \\ &= 0,6 \times 0,80 \times 3,14 \times 24 \\ &= 36,172 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan daya dukung tunggal ultimate (Qult)

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_s + Q_p \\ &= 36,172 + 7,20 \\ &= 43,372 \text{ ton} \end{aligned}$$

Setelah Qult didapat, perhitungan dilanjutkan untuk mencari daya dukung ijin tiang tunggal (Qall) dengan menggunakan persamaan 2.16 seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\ &= 43,372 / 2,5 \\ &= 17,348 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk menghitung preliminary jumlah tiang, digunakan persamaan 2.24 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} J &= \frac{V}{Q_{all}} \times 1,2 \\ &= \frac{40.810,32}{17,348} \times 1,2 \\ &= 1,49 \approx 4 \text{ Buah} \end{aligned}$$

Perhitungan efisiensi tiang grup ini menggunakan persamaan dari Converse – Labarre. Berikut ini adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \arctan \frac{D}{S} \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n} \\ E_g &= 1 - \arctan \frac{1,0}{2,00} \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2} \\ E_g &= 1 - (26,565) \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2} = 0,704 \end{aligned}$$

Dengan konfigurasi 2 x 2 , grup pondasi ini memiliki efisiensi sebesar 70,4%. Setelah efisiensi grup (Eg) diperoleh, perhitungan daya dukung izin tiang grup (Qag) dilakukan menggunakan persamaan 2,26 untuk memastikan bahwa daya dukung izin grup lebih besar daripada beban vertikal yang bekerja (V).

$$\begin{aligned} Q_{ag} &= E_g \times J \times Q_{all} \\ Q_{ag} &= 0,704 \times 4 \times 17,348 \\ &= 48,855 \text{ ton} \end{aligned}$$

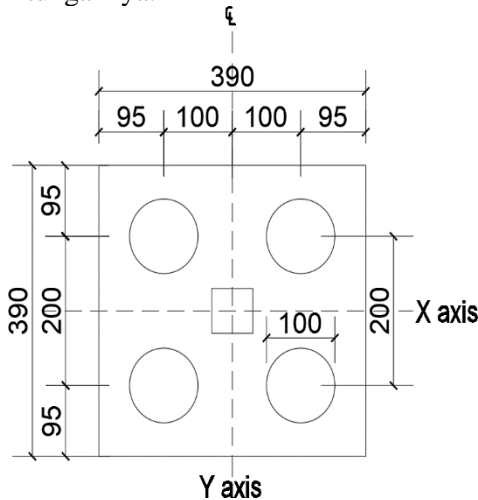
$$Q_{ag} > V$$

$$48,885 \text{ ton} > 40.810 \text{ ton} \longrightarrow \text{OK}$$

Pondasi bored pile pada pier P3 dengan diameter 1,00 meter, kedalaman 24 meter, dan jumlah 4 tiang, mampu menahan beban karena

daya dukung izin grup (Q_{ag}) lebih besar daripada beban vertikal (V) yang bekerja.

Dalam perencanaan pondasi grup, perhitungan distribusi gaya perlu dilakukan untuk memastikan kekuatan masing-masing tiang terhadap kombinasi beban vertikal dan momen yang bekerja. Peninjauan momen dilakukan pada kedua sumbu, yaitu x dan y, dengan menggunakan persamaan 2.28 untuk perhitungannya.



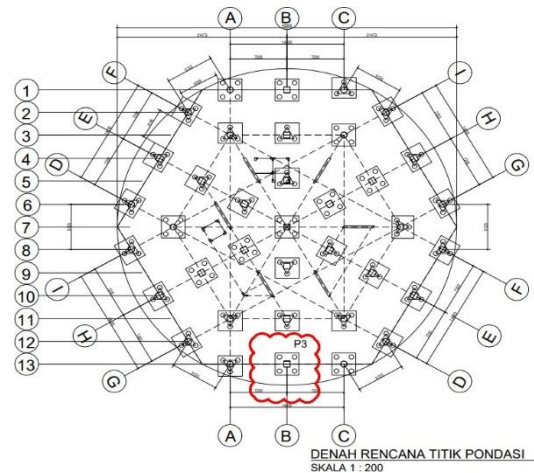
Gambar 7. Distribusi beban vertikal dan momen pada pondasi P3

$$M_x = 1230,96 \text{ ton m}$$

$$M_y = 1225,23 \text{ tonm}$$

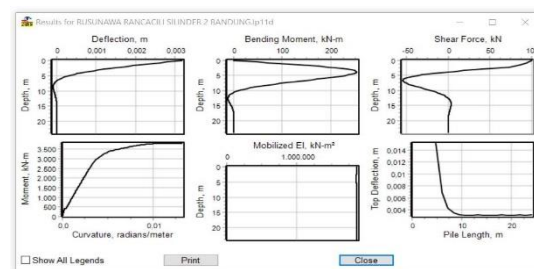
$$V = 4.081 \text{ ton}$$

Setelah dilakukan perhitungan beban yang terdistribusi pada setiap tiang (Q_n), pengecekan dilakukan dengan membandingkan Q_n dan Q_{all} untuk mendapatkan safety factor (SF). Pondasi dianggap lolos jika SF antara 2,5 hingga 4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban yang bekerja pada tiang (Q_n) lebih kecil dari daya dukung tiang (Q_{all}), yang menyimpulkan bahwa pondasi grup ini mampu menahan beban yang bekerja setelah distribusi.



Gambar 8. Denah rencana titik pondasi

Berdasarkan hasil perhitungan manual, dapat disimpulkan bahwa daya dukung tiang pondasi mampu menahan beban yang bekerja dan penurunan yang terjadi (elastic settlement) pada tiang grup berlangsung secara seragam tanpa melampaui batas penurunan yang diizinkan. Meskipun perhitungan pondasi P3 tidak dilakukan dalam penelitian ini, peninjauan beban hanya difokuskan pada elemen struktur dalam tanah, yaitu pondasi, karena momen pada pondasi ditahan oleh pile cap dan dianggap 0. Untuk penulangan, perhitungan dilakukan untuk pondasi bored pile, tie beam, dan pile cap, namun tidak dijelaskan secara rinci karena termasuk dalam perencanaan struktur atas. Selain itu, analisis likuifaksi menunjukkan bahwa tidak ada potensi likuifaksi pada tanah berlempung halus di lokasi proyek, karena likuifaksi umumnya terjadi pada tanah berpasir halus, seperti pasir pantai.



Gambar 9. Hasil analisa likuifaksi

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa pondasi yang digunakan pada proyek Gedung Rusunawa Rancacili II Bandung adalah Pondasi Bore Pile dengan kedalaman 24 meter, dipilih untuk mengurangi kebisingan dan tahan terhadap air. Tanah di lokasi berjenis lempung halus, dan perhitungan daya dukung tanah menggunakan data Triaxial UU Test. Desain pondasi terdiri dari bored pile dengan diameter 1 meter, beton K-400, dan konfigurasi 2 x 2. Hasil pengecekan menunjukkan pondasi kuat, stabil, dan efisien. Tidak ditemukan potensi likuifaksi pada tanah yang ada.

REFERENSI

- Bowles, J. E, 1993, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 2, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 1996, *Teknik Pondasi 1*, Edisi Pertama, penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sardjono, H. S, 1988, *Pondasi Tiang Pancang*, jilid 1, penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Nakazawa, K dan Sosrodarsono, S., 2000, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Pangemanan, M. T, 2014, Tugas Akhir, *Analisis Struktur Bawah Fly Over akibat Vibrasi pada Perlintasan Sebidang Cirebon – Brebes dengan Metode Elemen Hingga (Finite Element) – Bandung*, Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Sains dan Teknologi Indonesia. Bandung.
- Girsang, P., 2009, Tugas Akhir, *Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square – Medan*, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara,
- Das, B. M, 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 2, Erlangga, Jakarta.