

Evaluasi Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan

Eva Olivia Hutasoit^{1*}, Awaliatul Rizkiyah¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

Email*: eva.oliviahutasoit@poliwangi.ac.id

Diterima Mei 2022; Disetujui Juni 2023; Dipublikasi Juni 2023

Abstract. *Pile foundations must withstand loads greater than the structure's weight above them. This investigation aims to decide the maximum bearing capacity of the foundation for the 15-story high design of Muhammadiyah University Lamongan. Meyerhoff, Reese O'Neil, and Reese and Wright methods were used to determine the bearing capacity of one pile. The Converse-Labarre, Los Angle Group, and Seiler-Keeney methods were used to determine the bearing capacity of a group of piles. The bearing capacity control for one and group pile foundations is load and axial moment obtained. Converse-Labarre formula was used to determine the bearing capacity of the largest pile foundation at a depth of 30 meters, and Reese and Wright formula was used to decide the ultimate bearing capacity. The bearing capacity of the group pile foundation (Q_g) is as follows: configuration (2 x 2) at point DB-1 is 9,733.45 tons, configuration (2 x 3) at point DB-1 is 13,810.45 tons and, configuration (3 x 2) at point DB-1 is 13,810.45. Calculating the allowable bearing capacity produces results more significant than the axial load ($P < Q_g$) so that points DB-1 and DB-2 are declared safe.*

Keywords: *pile foundation, pile foundation bearing capacity, configuration, axial load*

Abstrak. Pondasi tiang pancang harus mampu menahan beban yang lebih besar terhadap berat struktur di atasnya. Penyelidikan ini bertujuan untuk memastikan daya dukung maksimum pondasi untuk struktur Universitas Muhammadiyah Lamongan setinggi 15 lantai. Metode Mayerhoff, Reese O'Neil, dan Reese dan Wright digunakan untuk menentukan daya dukung tiang tunggal. Metode Converse-Labarre, Los Angle Group, dan Seiler-Keeney digunakan untuk menentukan daya dukung tiang pancang kelompok. Kapasitas pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok adalah nilai beban dan momen aksial yang diperoleh. Metode Converse-Labarre merupakan metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang pancang paling besar berada kedalaman 30 meter, dan metode Reese dan Wright digunakan untuk menentukan daya dukung ultimit. Daya dukung pondasi group pile (Q_g) adalah sebagai berikut: konfigurasi (2 x 2) pada titik DB-1 sebesar 9.733,45 ton, konfigurasi (2 x 3) pada titik DB-1 sebesar 13.810,45 ton, dan konfigurasi (3 x 2) pada titik DB-1 adalah 13.810,45. Perhitungan daya dukung yang diijinkan menghasilkan hasil yang lebih besar dari beban aksial ($P < Q_g$) sehingga titik DB-1 dan DB-2 dinyatakan aman.

Kata Kunci: pondasi, tiang pancang, kapasitas dukung, konfigurasi, beban aksial

1 LATAR BELAKANG

Pondasi berupa tiang pancang yang dimasukkan ke dalam tanah termasuk pondasi dalam yang umum dipakai dalam sebuah konstruksi gedung bertingkat (*High Rise Building*) maupun bangunan berskala kecil karena pondasi tiang pancang mampu menerima beban horizontal, bertahan disegala jenis karakteristik tanah, menahan tanah galian dan mencegah longsor [1]. Perencanaan sebuah pondasi diharuskan memiliki daya dukung yang lebih besar daripada beban struktur di atasnya [2]. Untuk mengetahui daya dukung dari sebuah pondasi tiang, maka diperlukan pengujian tanah seperti *Standart Penetration test* (SPT), sondir, dan pengujian tanah di laboratorium [3]. Pembangunan gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan yang masuk kedalam kategori konstruksi gedung bertingkat (*High Rise Building*) dimana gedung ini memiliki lantai sebanyak 15. Pada proyek pembangunan gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan memiliki data uji tanah di lapangan yaitu *Standart Penetration test* (SPT) dengan dua titik penumbukan dengan kedalaman 40 meter. Data pengujian karakteristik tanah menjelaskan kondisi lapisan tanah permukaan berupa pasir berbutir halus mengandung lumpur, dimana jenis tanah tersebut memiliki daya dukung yang rendah dan letak tanah keras yang dalam. Pondasi yang dilaksanakan untuk pembangunan gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan merupakan pondasi tiang pancang berbentuk persegi dengan dimensi 40 cm x 40 cm dengan kedalaman 30 meter. Metode untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang tunggal adalah metode *Meyerhoff* (1976), *Reese and O'neil* (1989), *Reese and Wright* (1977). Mardianto (2009) meneliti bahwa metode *Meyerhoff* disarankan untuk tanah pasir dan tidak disarankan pada tanah lempung [4]. Nilai daya dukung tiang pada gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan akan menggunakan 3 metode tersebut karena data penyelidikan tanah sesuai dengan karakteristik atau sifat tanah. Berdasarkan hal tersebut bersesuaian dengan data tanah pada pengujian di Lapangan, dimana tanah dominan adalah pasir berbutir halus mengandung lumpur. Metode untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang kelompok adalah metode *Converse-Labarre*, *Los Angeles Group*, dan *Seiler-Keeney*. Kapasitas daya dukung pondasi tiang perlu dihitung untuk mendesain ukuran pondasi yang dapat mendukung beban bangunan yang ada di atasnya [5]. Sehingga bangunan tersebut bisa berdiri kuat dan kokoh [6]. Berdasarkan uraian di atas, maka hasil yang ingin dicapai yaitu berapa besar nilai daya dukung pondasi tiang tunggal dan kelompok mengacu pada informasi yang terdapat pada hasil *Standart Penetration Test* (SPT) pada bangunan Universitas Muhammadiyah Lamongan menggunakan, serta cek kontrol tegangan pondasi

dengan melihat perbandingan nilai daya dukung ijin apakah melebihi nilai tegangan kontak ($Q_g > P$) yang terjadi pada pondasi tiang pancang [7].

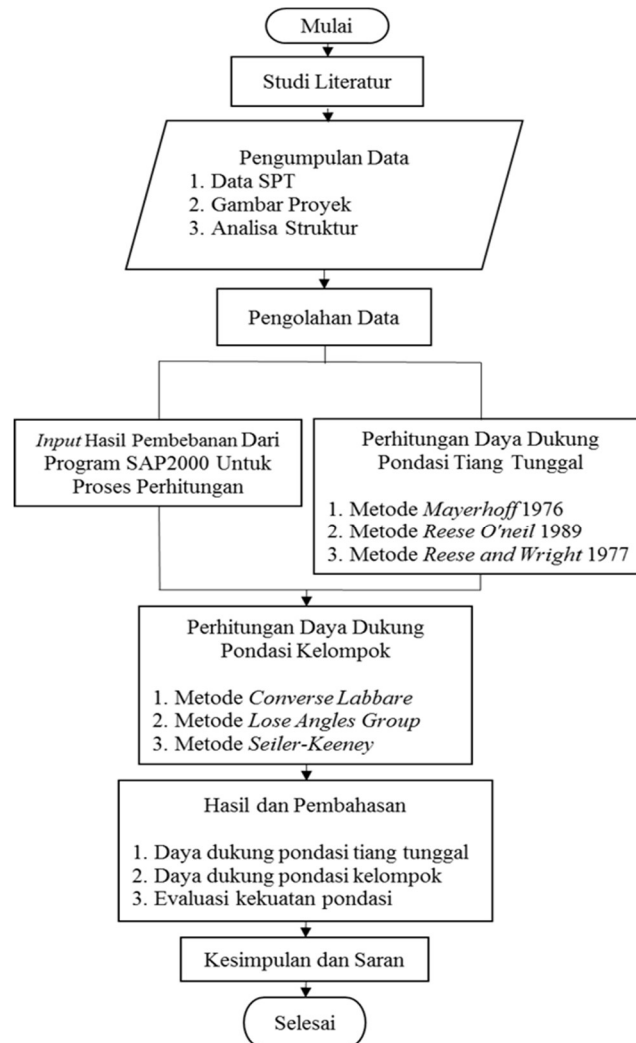
2 TINJAUAN PUSTAKA

Metode Perhitungan Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data NSPT

SNI 4153-2008 mengatur tentang pengujian penurunan tanah di lapangan untuk mendapatkan parameter ketahanan penetrasi tanah di lapangan menggunakan SPT [8]. Jumlah pukulan merupakan parameter pada SPT yang terdapat pada penetrasi digunakan untuk mengidentifikasi lapisan tanah desain pondasi. Pukulan penetrasi standar (N) diukur dengan menumbuk berdinding tebal ke tanah selama uji SPT. Jumlah pukulan diperlukan pada waktu penumbuk searah vertikal dengan kedalaman 300 mm. Berdasarkan data SPT, metode *Meyerhoff* (1976), *Reese and Wright* (1977), dan *Reese O'neil* digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi. Digunakan sistem jatuh bebas dengan beban 63,5 kg yang dijatuhkan berulang kali pada ketinggian jatuh 0,76 m. Nilai N empiris hasil uji SPT dapat dipakai untuk menentukan kapasitas dukung ultimit tiang pancang.

3 METODE PENELITIAN

Perhitungan akan menggunakan metode untuk menentukan nilai kapasitas dukung pondasi tiang tunggal menggunakan 3 metode diantaranya Metode *Meyerhof* (1976), Metode *Reese O'neil* (1989), dan Metode *Reese and Wright* (1977). Perhitungan nilai Q_p (kapasitas dukung ujung tiang) dan Q_s (nilai daya dukung selimut tiang) untuk mendapatkan hasil Q_{ult} (nilai daya dukung pondasi). Selanjutnya menghitung Q_{all} (nilai daya dukung ijin) pondasi tiang tunggal. Melakukan perhitungan pondasi tiang kelompok menggunakan 3 metode diantaranya metode *Converse Labbare, Los Angeles Group*, dan *Seiler Keeney*. Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh Q_g (nilai daya dukung pondasi kelompok) [9]. Nilai beban diperoleh dari pemodelan struktur menggunakan *software* SAP, dimana hasil dari pembebanan akan digunakan pada proses kontrol tegangan. Pada tahap ini dilakukan cek tegangan pondasi dengan melihat perbandingan nilai daya dukung pondasi apakah lebih besar dari nilai tegangan kontak ($P > Q_g$) yang terjadi pada pondasi tiang pancang. Sebelum melakukan suatu pekerjaan diperlukan penyusunan rencana kerja dengan tujuan untuk memudahkan pekerjaan dan dapat mencapai yang sudah direncanakan. Berikut merupakan *flowchart* evaluasi kapasitas dukung pondasi dalam **Gambar 1** di bawah ini.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Berikut merupakan susunan rencana kerja dalam penyusunan proyek akhir, antara lain :

Pengolahan Data

Langkah-langkah berikut digunakan untuk mengolah data: Metode Meyerhof (1976), Metode Reese O'neil (1989), dan Metode Reese dan Wright adalah tiga metode yang dipakai untuk menentukan daya dukung pondasi tiang tunggal. Diawali dengan menghitung nilai Q_p (nilai kapasitas dukung ujung tiang) dan Q_s (nilai daya kapasitas dukung tiang) dan menghasilkan hasil Q_{ult} (nilai daya dukung pondasi). Selanjutnya mmenghitung Q_{all} (nilai daya dukung ijin) pondasi tiang tunggal.

1. Nilai pada pondasi tiang grup menggunakan 3 metode diantaranya metode *Converse Labbare*, *Los Angles Group*, dan *Seiler Keeney*. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan Q_g (nilai daya dukung pondasi kelompok).
2. Melakukan *input* data struktur gedung menggunakan *microsoft* SAP2000. Perhitungan beban menggunakan *software* SAP, dimana hasil dari pembebanan akan digunakan pada proses kontrol tegangan.
3. Melakukan evaluasi kekuatan pondasi tiang kelompok.

Evaluasi Daya Dukung Pondasi

Pada tahap ini dilakukan cek tegangan pondasi dengan melihat perbandingan kapasitas dukung yang lebih besar dari nilai tegangan kontak ($P > Q_g$) yang terjadi pada pondasi yang digunakan pada gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil meliputi nilai kapasitas dukung tiang pondasi, dan perbandingan nilai daya dukung *pile foundation* dengan mengacu pada Metode *Meyerhof* (1976), Metode *Reese O'neil* (1989), dan Metode *Reese and Wright* (1977). Perhitungan pondasi tiang kelompok menggunakan 3 metode diantaranya metode *Converse Labbare*, *Los Angles Group*, dan *Seiler Keeney*.

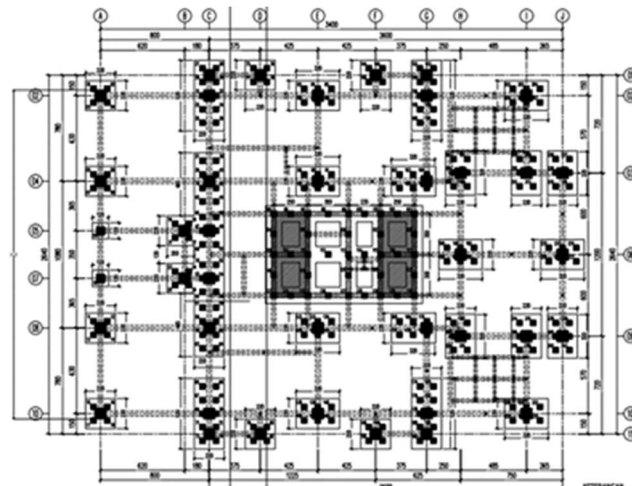
Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan hasil penelitian studi yang akan dikerjakan nantinya diperoleh kesimpulan hasil kapasitas dukung tiang dan perbandingan nilai daya dukung pondasi tiang pancang pada Universitas Muhammadiyah Lamongan. Kesimpulan merupakan hasil dan saran yang bersifat sebagai masukan untuk penulis sebagai acuan kedepan supaya lebih baik lagi dalam hal yang berkaitan dengan proyek akhir ini.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Denah Pondasi

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diperoleh dokumen gambar proyek dari proyek pembangunan gedung Universitas Muhammadiyah Lamongan oleh PT. Graha Muriatama Indonesia salah satunya gambar denah pondasi yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Jumlah pondasi tiang: 243 Buah, Panjang tiang: 30 m, Dimensi tiang pancang: 40 cm × 40 cm, Diameter tiang pancang (D): 400 mm = 0,40 m.



Gambar 2. Denah Pondasi

Hasil Analisa Struktur

Berdasarkan langkah-langkah pemodelan dan *input* data pembebanan yang sudah dilakukan untuk menentukan kekuatan ultimate dari suatu gedung maka perlu adanya dilakukan uji pembebanan menggunakan alat bantu *software* struktur SAP2000 bertujuan untuk mengecek keamanan kekuatan struktur pada bangunan tersebut yang didasarkan pada perencanaan, sebelum menguji pembebanan maka perlu adanya perhitungan beban yang diterapkan pada gedung tersebut contohnya ada beban mati, hidup, gempa, angin, dan hujan, jika perhitungan pembebanan sudah selesai maka dilanjutkan dengan pembuatan pemodelan bangunan gedung.

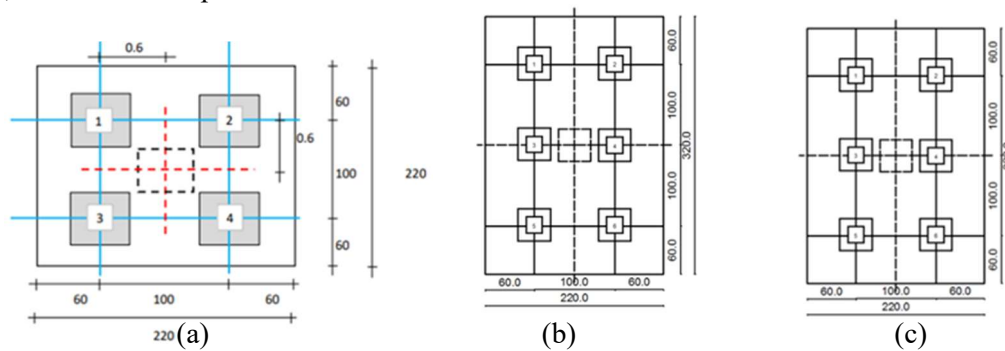
Berikut merupakan hasil analisa struktur berdasarkan hasil pembebanan struktur atas, pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisa Struktur

Joint	Kombinasi	Beban Aksial	Momen 2	Momen 3
		(Ton)	(y) (Ton)	(x) (Ton)
93	1,4D	411,76435	0,00077	0,09237
93	1,2D+1,6L	415,06016	0,00093	0,08661
93	1,2D+1,6L+0,5R	415,18423	0,00093	0,08661
93	1,2D+1L+1Qx+1Qy	416,66204	0,10905	0,14310
93	0,9D+1Qx+(-)1Qy	289,60227	0,10872	0,11867
118	1,4D	59,39789	1,24867	0,01605
118	1,2D+1,6L	60,93293	1,40573	0,01617
118	1,2D+1,6L+0,5R	60,93712	1,40591	0,01617
118	1,2D+1L+1Qx+1Qy	59,56830	2,78898	0,10979
118	0,9D+1Qx+(-)1Qy	40,57740	2,31175	0,11521
208	1,4D	431,40382	4,58127	0,31989
208	1,2D+1,6L	445,50680	4,89808	0,32971
208	1,2D+1,6L+0,5R	445,60204	4,89775	0,32971
208	1,2D+1L+1Qx+1Qy	421,80984	5,46768	0,63795
208	0,9D+1Qx+(-)1Qy	282,03360	7,05643	0,53471
211	1,4D	424,73176	3,61420	0,01112
211	1,2D+1,6L	419,04476	3,61323	0,01525
211	1,2D+1,6L+0,5R	419,17552	3,61296	0,01525
211	1,2D+1L+1Qx+1Qy	431,39820	6,41810	0,33115
211	0,9D+1Qx+(-)1Qy	306,01615	7,51466	0,32519

Nilai Daya Dukung Berdasarkan Data SPT

Berdasarkan pondasi tiang pancang yang tertanam sedalam 30 meter pada titik pengujian DB-1 dan DB-2 dengan nilai N_{spt} yang sama digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung tiang yaitu sebesar 24. Penentuan daya dukung pondasi tiang diperoleh dari hasil penyelidikan data N_{spt} pada titik DB-1 dan DB-2 dengan menghitung pada ujung titik pemancangan pondasi tiang. Konfigurasi letak tiang pada titik DB-1 dan DB-2 adalah 2 x 2, 2 x 3 dan 3 x 2 pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Konfigurasi Letak Pondasi 2 x 2, 2 x 3, 3 x 2

Daya Dukung Pondasi Tiang

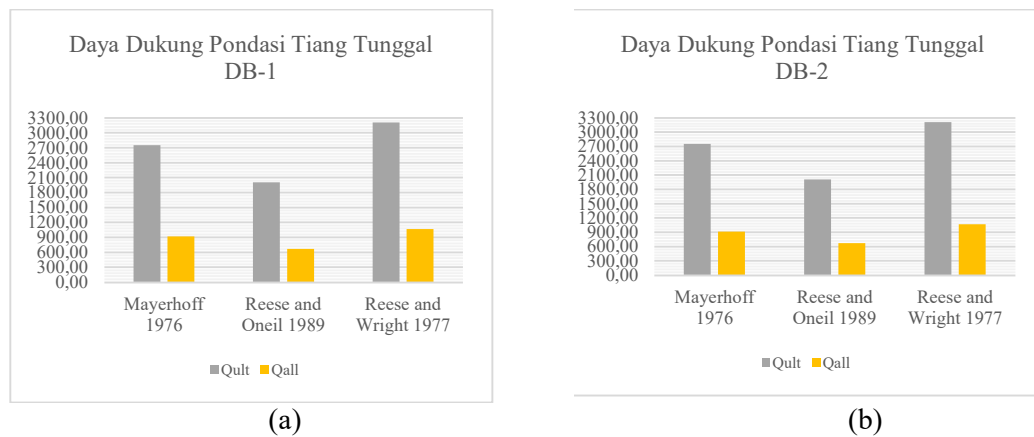
1. Daya dukung pondasi tiang tunggal

Hasil kapasitas dukung pondasi tiang pancang tunggal pada kedalaman 30 meter dengan dimensi 0,40 meter x 0,40 meter menggunakan perhitungan metode *Meyerhoff* (1976) didapatkan Daya dukung ijin tiang tunggal (Q_a) di titik DB-1 sebesar 916,80 ton dan DB-2 sebesar 916,80 ton, *Reese and O'neil* (1989) didapatkan Daya dukung ijin tiang tunggal (Q_a) pada titik DB-1 sebesar 668,67 ton dan DB-2 sebesar 668,67 ton, *Reese and Wright* (1977) didapatkan Daya dukung ijin tiang tunggal (Q_a) pada titik DB-1 sebesar 1.070,08 ton dan DB-2 sebesar 1.070,08 ton. Daya dukung pondasi tiang tunggal pada titik DB-1 dan DB-2 pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal titik DB-1 dan DB-2

Metode	DB-1		DB - 2	
	Q_{ult}	Q_{all}	Q_{ult}	Q_{all}
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
<i>Meyerhoff</i> 1976	2.750,40	916,8	2.750,40	916,8
<i>Reese and O'neil</i> 1989	2.006,02	668,67	2.006,02	668,67
<i>Reese and Wright</i> 1977	3.210,24	1.070,08	3.210,24	1.070,08

Perhitungan kapasitas dukung pondasi tiang tunggal pada titik DB-1 dan DB-2 pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil Perhitungan Pada Metode Q_{ult} dan Q_{all} DB-1 dan DB-2

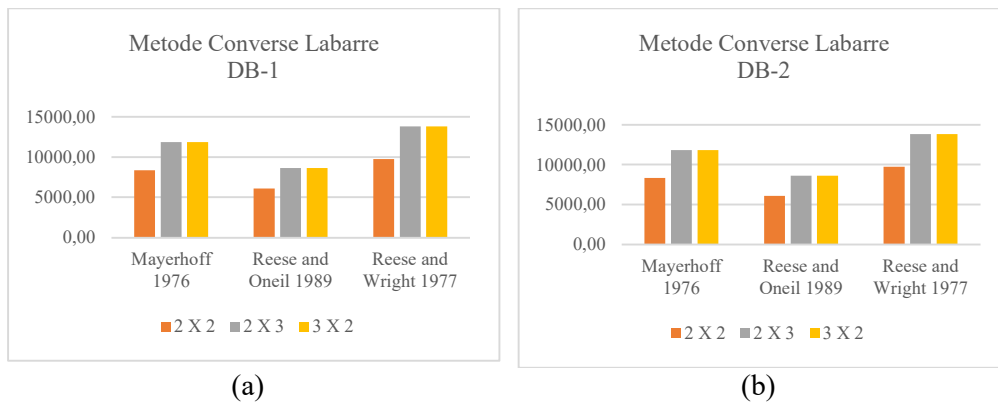
2. Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok

Daya dukung pondasi tiang tunggal terbesar menggunakan metode *Reese and Wright* pada kedalaman 30 meter dengan dimensi 0,40 meter x 0,40 meter menggunakan perhitungan metode *Converse-Labarre* didapatkan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok (Q_g) konfigurasi (2 x 2) pada titik DB-1 sebesar 9.733,45 ton dan DB-2 sebesar 9.733,45 ton, konfigurasi (2 x 3) pada titik DB-1 sebesar 13.810,45 ton dan DB-2 sebesar 13.810,45 ton, konfigurasi (3 x 2) pada titik DB-1 sebesar 13.810,45 ton dan DB-2 sebesar 13.810,45 ton. Perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 dan DB-2 menggunakan metode *Conferce Labarre* dengan daya dukung ultimet pondasi tiang tunggal (Q_{ult}) metode *Reese and Wright*.

Tabel 3. Metode *Converce Labarre* DB-1 dan DB-2

Metode	Nspt	Q_{ult} (Ton)	n_t	Q_g (Ton)	P (DB-1) (Ton)	P (DB-2) (Ton)	Ket
<i>Reese and Wright 1977</i>	24	2.750,40	4	9.733,45	411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman
					289,60	289,60	Aman
	24	2.750,40	6	13.810,45	411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman
					289,60	289,60	Aman

Berdasarkan hasil di atas, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada metode *Reese and Wright* 1977 dinyatakan aman, untuk hasil rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada kedalaman 30 meter. Perbandingan hasil rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 juga dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Daya Dukung Pondasi Tiang Kelompok Metode Converse Labarre
(a) DB-1 dan (b) DB-2

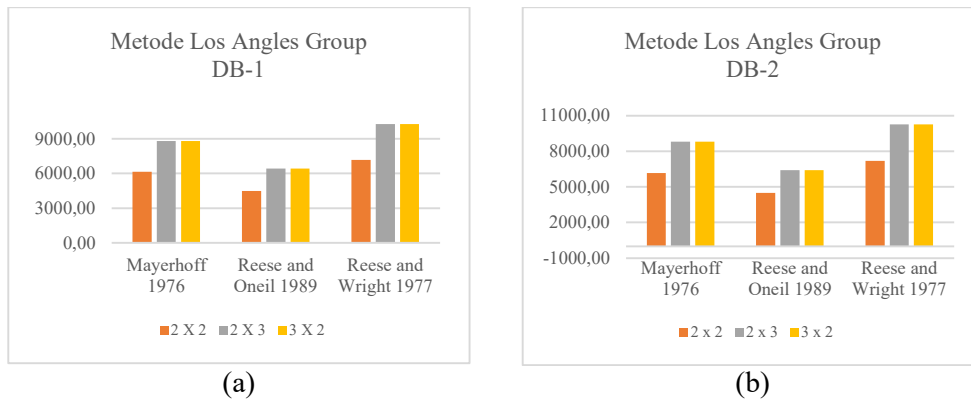
Los Angeles Group didapatkan Daya dukung pondasi tiang pancang kelompok (Q_g) konfigurasi (2 x 2) pada titik DB-1 sebesar 7.178,10 ton dan DB-2 sebesar 7.178,10 ton, konfigurasi (2 x 3) pada titik DB-1 sebesar 10.266,35 ton dan DB-2 sebesar 10.266,35 ton, konfigurasi (3 x 2) pada titik DB-1 sebesar 10.266,35 ton dan DB-2 sebesar 10.266,35 ton. Berikut merupakan salah satu hasil rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 dan DB-2 menggunakan metode *Los Angeles Group* dengan daya dukung ultimet pondasi tiang tunggal (Q_{ult}) metode *Reese and Wright* pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Los Angeles Group* DB-1 dan DB-2.

Metode	Nspt	Q_{ult}	n_t	Q_g	P (DB-1)	P (DB-2)	Ket
		(Ton)		(Ton)	(Ton)	(Ton)	
<i>Reese and Wright</i> 1977	24	2.750,40	4	7.178,10	411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman
					411,76	411,76	Aman
	24	2.750,40	6	10.266,35	415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman

					411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
	24	2.750,40	6	10.266,35	415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman

Perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 juga dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Daya Dukung Pondasi Tiang Kelompok Metode *Los Angeles*
(a) DB-1 dan (b) DB-2

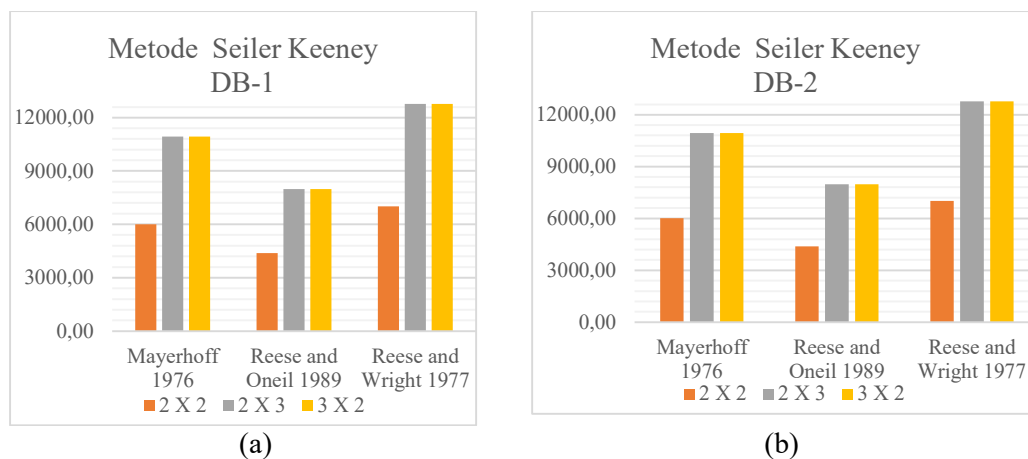
Seiler-Keeney didapatkan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok (Q_g) konfigurasi (2 x 2) pada titik DB-1 sebesar 7.011,16 ton dan DB-2 sebesar 7.011,16 ton, konfigurasi (2 x 3) pada titik DB-1 sebesar 12.770,33 ton dan DB-2 sebesar 12.770,33 ton, konfigurasi (3 x 2) pada titik DB-1 sebesar 12.770,33 ton dan DB-2 sebesar 12.770,33 ton. Perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 dan DB-2 menggunakan metode *Seiler Keeney* dengan daya dukung ultimet pondasi tiang tunggal (Q_{ult}) metode *Reese and Wright* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Metode *Seiler Keeney* DB-1 dan DB-2.

Metode	Nspt	Q_{ult}	n_t	Q_g	P (DB-1)	P (DB-2)	Ket
		(Ton)			(Ton)	(Ton)	
	24	2.750,40	4	7.011,16	411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman
					411,76	411,76	Aman
<i>Reese and Wright 1977</i>	24	2.750,40	6	12.770,33	415,06	415,06	Aman
					415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman

					411,76	411,76	Aman
					415,06	415,06	Aman
24	2.750,40	6	12.770,33		415,18	415,18	Aman
					416,66	416,66	Aman
					289,60	289,60	Aman

Perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok pada titik DB-1 dan DB-2 juga dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Daya Dukung Pondasi Tiang Kelompok *Seiler Keeney*
(a) DB-1 dan (b) DB-2

Berdasarkan rekapitulasi hasil perhitungan pada tabel di atas, pada titik pengujian DB-1 dan DB-2 didapatkan kesimpulan bahwa pondasi kelompok pada titik 93, 208, dan 211 dengan konfigurasi pondasi (2 x 2), (2 x 3), dan (3 x 2) dinyatakan aman. Metode *Reese and Wright* menjadi rekomendasi perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal pada tanah kohesif pada titik DB-1 dan DB-2 karena menghasilkan daya dukung pondasi tiang tunggal terbesar. Sementara metode *Conferce Labarre* digunakan untuk perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok karena menghasilkan daya dukung pondasi tiang kelompok terbesar dari metode lain yang digunakan dalam penelitian ini.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan dari seluruh hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal metode *Reese and Wright* menghasilkan daya dukung pondasi tiang tunggal pada kedalaman 30 meter terbesar dari metode yang lain dengan hasil daya dukung ijin tiang tunggal (Q_a) pada titik DB-1 sebesar 1.070,08 ton dan DB-2 sebesar 1.070,08 ton. Perhitungan daya dukung pondasi tiang kelompok metode *Converse-Labarre* menghasilkan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok terbesar dari metode yang lain dengan hasil

- perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok (Q_g) konfigurasi (2 x 2) pada titik DB-1 sebesar 9.733,45 ton dan DB-2 sebesar 9.733,45 ton, konfigurasi (2 x 3) pada titik DB-1 sebesar 13.810,45 ton dan DB-2 sebesar 13.810,45 ton, konfigurasi (3 x 2) pada titik DB-1 sebesar 13.810,45 ton dan DB-2 sebesar 13.810,45 ton.
2. Kontrol nilai daya dukung pondasi dengan melihat nilai daya dukung pondasi tiang pancang kelompok menggunakan metode *Converse-Labarre*, *Los Angles Group*, dan *Seiler-Keeney* memenuhi syarat ($Q_g \geq P$), maka pondasi dinyatakan aman.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmarenda, "Analisa Perbandingan Pondasi tiang Pancang KPPN," *Kurva Mahasiswa* pp. 586-600, 2019.
- [2] Muni, *Soil Mechanis and Foundation*, Amerika Serikat: John Wiley Sons Inc, 2009.
- [3] F. Sulistia, "Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Meyerhoff (Studi kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Panda, Desa Panda Bima (Ruas jalan Talabiu-Bima Kabupaten)," Universitas Mataram, Mataram, 2018.
- [4] Hardiyatmo, *Teknik fondasi 1*, Yogyakarta: Universitas Gadjadara Press, 2002.
- [5] M. R. A. d. Mualif, "Analisa Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Rektorat Universitas Darul Ulum Jombang. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*," *Jurnal Teknik Sipil*, 2020.
- [6] S. Siregar, "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Secara Analitis Pada Proyek Gbi Bethel Medan," *Jurnal Teknik Sipil USU*, vol. 2, p. 1, 2013.
- [7] R. Lymon, *Analysis and Design of Shallow and Deep Foundations*, Amerika Serikat: John Wiley & Sons Inc., 2009.
- [8] SNI-4153-2008, SNI-4153-2008, Jakarta, 2008.
- [9] T. T, "Perencanaan Struktur Gedung Radioterapy dan Onkology Centre RSUP Dr. Kariadi Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 5, pp. 105-115, 2016.