

PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG PADA GEDUNG KULIAH TERPADU IAIN LANGSASyarifah Huwaida. B¹, Muhammad Mabru², Sopar Parulian³, Rudianto Surbakti⁴^{1,2,3,4}Politeknik Negeri MedanEmail: syarifahhuwaidab@gmail.com

Abstrak: Merancang pondasi merupakan bagian krusial dalam proses perencanaan pembangunan gedung, karena pondasi berfungsi menyalurkan beban dari struktur atas ke lapisan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan pondasi tiang pancang sebagai alternatif pondasi pada Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa, dengan fokus pada bagaimana merancang pondasi yang aman berdasarkan analisis beban struktur atas. Menghitung Beban maksimum pada tiap titik pondasi diperoleh melalui hasil pemodelan dan analisis struktur menggunakan perangkat lunak ETABS dari nilai beban tersebut digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi tiang menggunakan metode mayerhof. Beban maksimum total yang diterima oleh masing-masing titik pondasi pada Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa bervariasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap titik pondasi memikul beban antara 14,7983 ton hingga 132,081 ton. Desain pondasi tiang pancang yang aman harus direncanakan dengan baik sehingga memiliki daya dukung melebihi beban bangunan yang bekerja. Perhitungan daya dukung harus mempertimbangkan komponen daya dukung ujung, daya dukung selimut dan efisiensi group tiang.

Kata kunci: Pondasi Tiang Pancang, Daya Dukung Izin, Efisiensi Kelompok Tiang, ETABS, Perencanaan Pondasi.

Abstract: Foundation design is a crucial part of the building planning process, as it transfers the load from the superstructure to the soil layer. This study aims to design a pile foundation as an alternative foundation for the Integrated Lecture Building at IAIN Langsa, focusing on how to design a safe foundation based on a superstructure load analysis. Calculating the maximum load at each foundation point is obtained through modeling and structural analysis using ETABS software. These load values are then used to calculate the bearing capacity of the pile foundation using the Mayerhof method. The total maximum load received by each foundation point at the Integrated Lecture Building at IAIN Langsa varies. The analysis results show that each foundation point carries a load between 14.7983 tons and 132.081 tons. A safe pile foundation design must be well planned to have a bearing capacity exceeding the working building load. The bearing capacity calculation must consider the components of the end bearing capacity, the cover bearing capacity, and the pile group efficiency.

Keywords: Pile Foundation, Allowable Bearing Capacity, Pile Group Efficiency, ETABS, Foundation Planning.

PENDAHULUAN

Perencanaan pondasi merupakan salah satu aspek krusial dalam pembangunan gedung, karena pondasi berfungsi sebagai penyalur beban dari struktur atas ke lapisan tanah yang mampu menahannya. Salah satu komponen utama dalam perencanaan sebuah gedung adalah perancangan pondasi. Pondasi berfungsi sebagai penopang dan penahan seluruh beban yang bekerja di atas bangunan tersebut (Pribadi & Rumbyarso, 2023). Pondasi adalah bagian dari konstruksi yang berfungsi meneruskan beban struktur ke tanah, termasuk berat sendiri, tanpa menyebabkan keruntuhan geser atau penurunan berlebih (Bowles, 1997). Kinerja pondasi sangat dipengaruhi oleh daya dukung dan kuat geser tanah (Hardiyatmo, 2011). Setiap jenis pondasi harus dirancang dengan mempertimbangkan kondisi tanah di lokasi pembangunan agar struktur di atasnya stabil dan aman. Jenis pondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah adalah pondasi tiang (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990). Pada proyek pembangunan gedung kuliah terpadu IAIN Langsa, kondisi tanah di lapangan menunjukkan karakteristik yang kurang baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai N-SPT yang rendah di lapisan dekat muka air tanah.

Kondisi tanah di lokasi proyek menjadi pertimbangan penting dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat. Meskipun pondasi dangkal sering digunakan dan terbukti efektif pada berbagai jenis bangunan, pada kasus tertentu untuk bangunan bertingkat diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap kapasitas daya dukung tanah yang terjadi. Untuk menjamin kinerja struktur jangka panjang dan mengantisipasi risiko penurunan yang berlebihan, maka dirancang alternatif pondasi dalam berupa tiang pancang, yang mampu mentransfer beban ke lapisan tanah yang lebih keras.

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang banyak digunakan untuk bangunan bertingkat pada tanah lunak, baik melalui daya dukung ujung (*end bearing*) maupun daya dukung gesek (*skin friction*). Dalam perencanaan ini digunakan metode empiris Mayerhof, yang memanfaatkan data hasil penyelidikan tanah seperti nilai SPT untuk menghitung kapasitas dukung tiang tunggal maupun kelompok.

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis dan merencanakan pondasi tiang sebagai solusi terhadap kondisi tanah yang kurang mendukung, seperti tanah lunak atau jenuh air. Beberapa di antaranya mencakup studi oleh Muhammad Ilham Fauzhan dkk. (2021) mengenai pondasi tiang bor pada jembatan di Aceh Tengah, yang menunjukkan

efektivitas tiang bor terhadap tanah lunak dengan kedalaman hingga 14 meter. Penelitian oleh Ismi Sofiyatul Khusnah dkk. (2021) dan Frits Heral Pattiserlihun dkk. (2025) menekankan pentingnya pemilihan diameter tiang pancang yang optimal dalam proyek industri dan jembatan, dengan perbandingan metode Meyerhof, Bagemann, hingga Luciano Decourt. Rachmat Hidayat dan Siti Nur Aini (2020) serta Ahmad Saiful dan Leny Marlina (2019) menunjukkan bagaimana keterbatasan data laboratorium dapat diatasi melalui pendekatan empiris berbasis SPT, serta pentingnya kombinasi metode Meyerhof dan Vesic untuk hasil yang lebih komprehensif. Dian Ramadhani dan M. Hafiz Alimuddin (2021) juga menekankan perlunya pendekatan konservatif dan validasi lapangan pada proyek dengan kondisi tanah lunak. Keseluruhan penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan jenis pondasi, metode analisis, serta pertimbangan kondisi tanah sangat penting dalam menjamin keamanan dan efisiensi struktur bangunan.

Melalui penelitian ini, akan dilakukan perencanaan diameter dan kedalaman pondasi tiang pancang berdasarkan kondisi tanah di lokasi proyek. Beban struktur atas diperoleh dari hasil analisis menggunakan perangkat lunak analisa struktur, yang kemudian digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung pondasi dengan metode Mayerhof.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa di Jalan Meurandeh, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh. Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data kuantitatif. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dokumen hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT), dokumen desain pondasi sarang laba-laba yang mencakup gambar kerja, spesifikasi material, dan beban pondasi, serta dokumen analisis struktur bangunan menggunakan software ETABS, sumber data diperoleh dari tim Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analitis, di mana kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dihitung secara matematis berdasarkan data lapangan dan analisis struktur atas. Metode Meyerhof digunakan sebagai dasar perhitungan, dengan mengacu pada nilai N-SPT untuk menentukan daya dukung friksi (gesekan samping) dan end bearing (tahanan ujung). Pengolahan data dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu: (1) Analisis gambar shop drawing untuk menentukan jumlah dan posisi kolom, dimensi pondasi, konfigurasi kelompok tiang, serta parameter geometri lainnya; (2) Pengumpulan dan analisis

data SPT untuk menghitung kapasitas daya dukung berdasarkan jenis tanah dan kedalaman; serta (3) Analisis struktur bangunan menggunakan ETABS, yang mencakup pemodelan struktur 3D, pendefinisian material, pemberian dan kombinasi beban, hingga perolehan reaksi tumpuan vertikal maksimum sebagai dasar pembebanan pondasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Beban Pondasi

Perhitungan beban pondasi merupakan Langkah krusial dalam desain struktur, karena beban yang diterima oleh pondasi akan mempengaruhi stabilitas dan keamanan bangunan. Dalam sub-bab ini, kita akan membahas Langkah – Langkah yang akan dilakukan untuk menggunakan perangkat lunak analisa struktur (ETABS).

- 1) Pada tahap awal, penulis akan menampilkan gambaran *shopdrawing* 2D untuk membuat grid pada ETABS.
- 2) Pengguna perlu membuka program ETABS dan melakukan inisialisasi model dengan memilih opsi *Use Built-in Settings With*.
- 3) Pada tahap kedua, pada menu *Grid Dimension (Plan)* pilih *Custom Grid Spacing* lalu klik *Edit Grid Data*. Lalu akan muncul *table* seperti dibawah. Pilih *Display Grid Data as Ordinates*, lalu masukan X dan Y *ordinate* (m) yang mengacu pada *shopdrawing* Gedung IAIN Langsa.
- 4) Pada tahap ke tiga, pada menu *Story Dimensions*. Pilih *Custom Story Data* lalu klik *Edit Story Data*. Lalu akan muncul *table* seperti dibawah ini, Lalu masukan jarak antar lantai dalam satuan meter, data yang digunakan mengacu pada *shopdrawing* Gedung IAIN Langsa.
- 5) Tampilan grid akan menjadi seperti ini dan Langkah selanjutnya adalah memasukan detail *Material Properties* dan *Section Properties*.
- 6) Masuk pada menu *Define* lalu pilih *Material Properties* Masukan semua material yang diperlukan sesuai dengan laporan struktur Gedung IAIN Langsa untuk memasukan *detail* klik *Modify/Show Material*.
- 7) Setelah mengklik *Modify/Show Material* masukan semua ketentuan sesuai dengan peraturan yang tersedia pada laporan struktur Gedung IAIN Langsa.
- 8) Masuk pada menu *Define* lalu pilih *Section Properties* lalu *click frame sections* Masukan semua material serta detail yang diperlukan sesuai dengan laporan

- struktur Gedung IAIN Langsa untuk memasukan detail klik *Modify/Show Material*.
- 9) Tampilan akan jadi seperti ini, untuk memasukan *detail* klik *Modify/Show Properties*.
 - 10) Masih pada menu *section properties*, saat ini kita masuk pada menu *slab properties*. untuk memasukan atau mengubah *detail click modify/show property*.
 - 11) Setelah semua detail elemen sudah dimasukan maka klik *Quick Draw Columns (Plan, 3D)*.
 - 12) Setelah diklik maka ubah nama *property* yang ingin digunakan, lalu masukan *property* berdasarkan *shopdrawing* Gedung kuliah terpadu IAIN Langsa, lakukan hal serupa untuk balok serta plat lantai.
 - 13) Setelah semua detail elemen sudah dimasukan maka klik *Quick Draw Beam/Columns (Plan, Elv, 3D)*.
 - 14) Setelah diklik maka ubah nama *property* yang ingin digunakan, lalu masukan *property* berdasarkan *shopdrawing* Gedung kuliah terpadu IAIN Langsa.
 - 15) Setelah semua detail elemen sudah dimasukan maka klik *Draw Rectanguler FloorWall (Plan, Elv)*.
 - 16) Setelah diklik maka ubah nama *property* yang ingin digunakan, lalu masukan *property* berdasarkan *shopdrawing* Gedung kuliah terpadu IAIN Langsa.
 - 17) Masuk pada menu Define lalu pilih *functions* dan klik *Response Spectrume*.
 - 18) Setelah meng klik *response spectrume*, masukan data data sesuai RSA Cipta Karya.
 - 19) Masuk ke Define lalu pilih menu *Load Patterns* setelah itu isikan kolom *define load patterns* sesuai dengan kebutuhan di laporan struktur Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa.
 - 20) Masuk pada menu *Define* lalu pilih menu *load casses*, setelah itu masukkan *load case name* sesuai dengan kebutuhan yang mengacu pada laporan struktur Gedung kuliah terpadu IAIN Langsa.
 - 21) Masuk pada menu Define lalu pilih menu *load casses*, setelah itu masukkan *load case name* sesuai dengan kebutuhan yang mengacu pada laporan struktur Gedung kuliah terpadu IAIN Langsa.
 - 22) Masuk pada menu *Analyze* lalu pilih *check model* untuk memastikan apakah ada *overlap* atau tidak. Untuk mengecek *overlap*, *checklist* semua menu kecuali menu

fix.

- 23) Masuk pada menu *analyze* lalu pilih *run analysis* atau bisa langsung klik F5 sesuai.
- 24) Masih pada menu *analyze* pilih menu *last analysis run log* untuk memastikan apakah ada frame yang eror atau ada kendala lainnya.
- 25) Setelah itu grid akan jadi.
- 26) Pilih menu *concreate frame design* lalu pilih *view/revise preferences*.
- 27) Pada tampilan *view/revise preferences* pada design code pilih referensi pada tahun yang paling baru.
- 28) Masih pada menu *Concrete Frame Design* lalu pilih *Select design combinations*.
- 29) Pada menu *concrete frame design* pilih *start design/check* untuk memeriksa apakah bangunan tersebut sudah aman atau belum.
- 30) Setelah itu maka tampilan 3D akan mejadi.
- 31) Masuk pada *grid base*.
- 32) Tampilkan *uniquname* melalui *object assignment*.
- 33) Masuk pada menu *display*, pilih menu *force/stress* diagram lalu pilih *support/spring reactions* untuk munculkan beban per titik kolom (*uniquname*).
- 34) Pilih menu *table* yang ada di sisi kiri.
- 35) Setelah itu pilih *analysis results*, pilih joint output lalu *click* menu *reaction* dan pilih *table: joint reactions* lalu *click* kanan pada mouse lalu pilih *show table*.
- 36) Lalu akan muncul table lalu blok menu Fz lalu klik kanan dan pilih *sort descending* untuk mengurutkan beban.
- 37) Penulis menggambarkan perletakan beban per kolom untuk memperjelas besar beban maksimum yang diterima oleh masing – masing kolom.

B. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal

1. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Pada Lokasi DH-01

- 1) Perhitungan daya dukung ujung (Gambar 1 Drilling Log DH-01)

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 0.25 \times \frac{22}{7} \times (0.4^2) \\ &= 0.12571 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Nb = (8D \text{ keatas} - 4D \text{ kebawah})$$

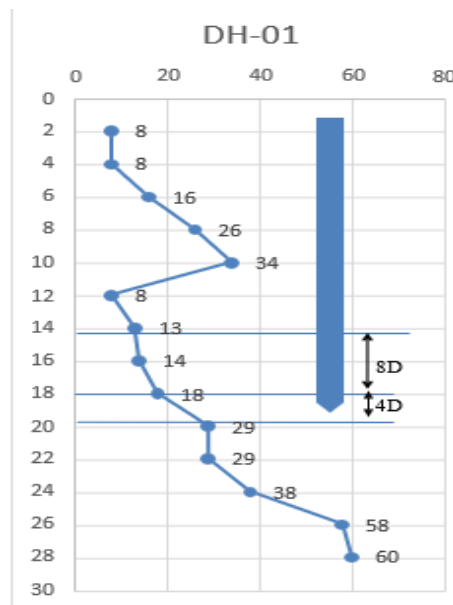
$$= \frac{\frac{14+18}{2} + 18}{2}$$

$$= 17$$

$$Qb = 40 \times Nb \times Ab$$

$$= 40 \times 17 \times 0,125714$$

$$= 85,48571 \text{ ton}$$



Gambar 1. *Drilling Log DH-01*

2) Perhitungan daya dukung friksi (selimut)

- Perhitungan daya dukung selimut pada tanah pasir Dimana :

$$\text{Tebal Tanah} = 18 \text{ m}$$

$$K_{ll} = \pi d$$

$$= \frac{22}{7} \times 0,4$$

$$= 1,257143 \text{ m}$$

$$A_s = K_{ll} \times L$$

$$= 1,257143 \times 18$$

$$= 22,62857 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\bar{N} &= \frac{8+8+16+26+34+8+13+14+18}{9} \\ &= 16,111\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_s &= 0.2 \times A_s \times \bar{N} \\ &= 0.2 \times 22,62857 \times 16,111 \\ &= 72,91429 \text{ ton}\end{aligned}$$

- Perhitungan beban pondasi tiang

$$\begin{aligned}W_p &= \gamma \times L \\ &= 0.2105 \times 18 \\ &= 3,789 \text{ ton/m}\end{aligned}$$

- Perhitungan daya dukung *ultimate*

$$\begin{aligned}Q_u &= Q_b + Q_s - W_p \\ &= 85,48571 + 72,91429 - 3,789 \\ &= 154,611 \text{ ton}\end{aligned}$$

- Perhitungan daya dukung *allowed* (izin)

$$\begin{aligned}Q_a &= \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{5} - W_p \\ &= \frac{85,48571}{3} + \frac{72,91429}{5} - 3,789 \\ &= 39,2891 \text{ ton}\end{aligned}$$

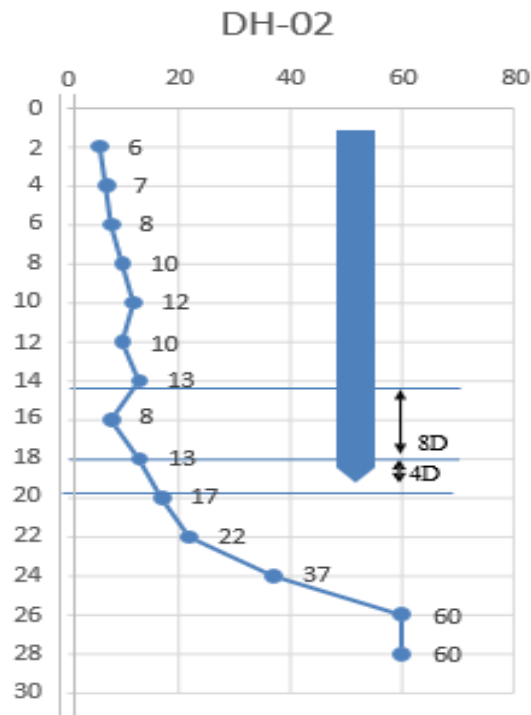
2. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Pada Lokasi DH-01

- 1) Perhitungan daya dukung ujung (Gambar 2 Drilling Log DH-02)

$$\begin{aligned}A_b &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 0.25 \times \frac{22}{7} \times (0,4^2) \\ &= 0,125714 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_b &= (8D \text{ keatas s/d } 4D \text{ kebawah}) \\ &= \frac{\frac{8+13}{2} + 13}{2} \\ &= 11,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_b &= 40 \times N_b \times A_b \\
 &= 40 \times 11,75 \times 0,125714 \\
 &= 59,08571 \text{ ton}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. *Drilling Log DH-02*

2) Perhitungan daya dukung friksi (selimut)

- Perhitungan daya dukung selimut pada tanah pasir Dimana :

$$\text{Tebal Tanah} = 18 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 K_{II} &= \pi d \\
 &= \frac{22}{7} \times 0,4 \\
 &= 1,257143 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= K_{II} \times L \\
 &= 1,257143 \times 18 \\
 &= 22,62857 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{N} &= \frac{6+7+8+10+12+10+13+8+13}{9} \\
 &= 9,6666
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= 0.2 \times A_s \times \bar{N} \\ &= 0.2 \times 22,62857 \times 9,6666 \\ &= 43,74857 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Perhitungan beban pondasi tiang

$$\begin{aligned} W_p &= \gamma \times L \\ &= 0.2105 \times 18 \\ &= 3,789 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

- Perhitungan daya dukung *ultimate*

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s - W_p \\ &= 59,08571 + 43,74857 - 3,789 \\ &= 99,04529 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Perhitungan daya dukung *allowed* (izin)

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{5} - W_p \\ &= \frac{59,08571}{3} + \frac{43,74857}{5} - 3,789 \\ &= 37,97581 \text{ ton} \end{aligned}$$

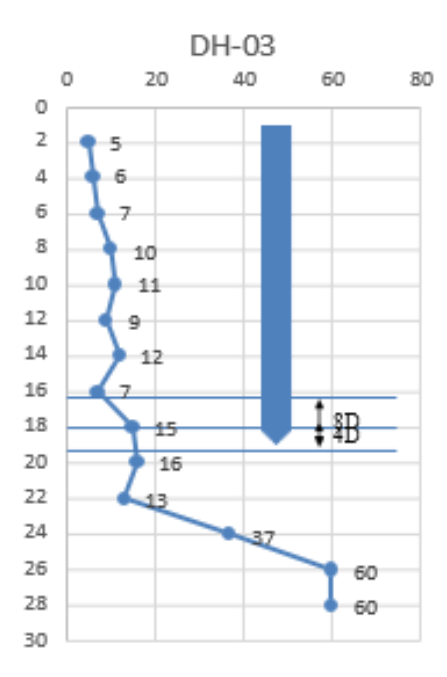
3. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Pada Lokasi DH-03

Perhitungan daya dukung ujung (Gambar 3 Drilling Log DH-03)

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= 0.25 \times \frac{22}{7} \times (0,4^2) \\ &= 0,125714 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_b &= (8D \text{ keatas s/d } 4D \text{ kebawah}) = \frac{\frac{7+15}{2} + 15}{2} \\ &= 13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= 40 \times N_b \times A_b \\ &= 40 \times 13 \times 0,125714 \\ &= 65,37143 \text{ ton} \end{aligned}$$



Gambar 3. *Drilling Log* DH-03

1) Perhitungan daya dukung friksi (selimut)

- Perhitungan daya dukung selimut pada tanah pasir Dimana :

Tebal Tanah = 18 m

$$\begin{aligned}
 K_{II} &= \pi d \\
 &= \frac{22}{7} \times 0,4 \\
 &= 1,257143 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= K_{II} \times L \\
 &= 1,257143 \times 18 \\
 &= 22,62857 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{N} &= \frac{5+6+7+10+11+9+12+7+15}{9} \\
 &= 9,111
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= 0.2 \times A_s \times \bar{N} \\
 &= 0.2 \times 22,62857 \times 9,111 \\
 &= 41,23429 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan beban pondasi tiang

$$W_p = \gamma \times L$$

$$= 0.2105 \times 18$$

$$= 3,789 \text{ ton/m}$$
- Perhitungan daya dukung *ultimate*

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

$$= 65,37143 + 41,23429 - 3,789$$

$$= 102,8167 \text{ ton}$$
- Perhitungan daya dukung *allowed* (izin)

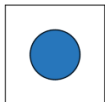
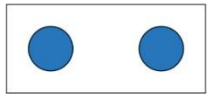
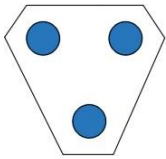
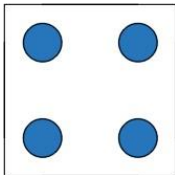
$$Q_a = \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{5} - W_p$$

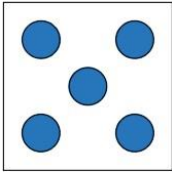
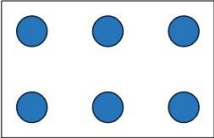
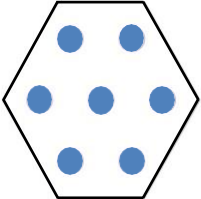
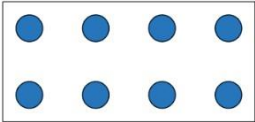
$$= \frac{65,37143}{3} + \frac{41,23429}{5} - 3,789$$

$$= 26,24833 \text{ ton}$$

C. Rekapitulasi Daya Dukung Kelompok Tiang

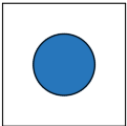

Tabel 1. Rekapitulasi Daya Dukung Kelompok Tiang

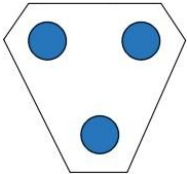
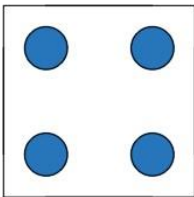
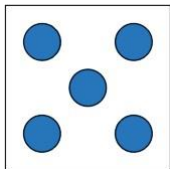
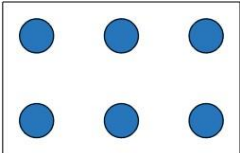
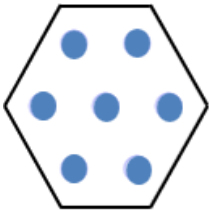
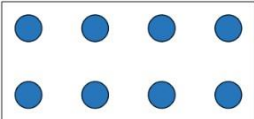
No	Desain	Qg (ton)
1		26,24833
2		43,85016
3		58,82715
4		78,4362

5		92,25517
6		110,7062
7		124,2936
8		142,0498

D. Penentuan Desain Pondasi

Tabel 2. Penentuan Jumlah Tiang Pondasi

No	Desain	Beban Pondasi (ton)	Titik Pondasi
1		0 - 26,24833	144 & 142
2		26,24833 – 43,85016	114 & 14

3		43,85016 – 58,82715	52,90,72,70,106, 44,32,128,92,140, 54,130,104,42,62,80,78, 64,2,108,46
4		58,82715 – 78,4362	102,48,12,134,138,18,86 ,8, 4,112,136,16,34,56
5		78,4362 – 92,25517	96,132,6,10,98,36,116, 126
6		92,25517 – 110,7062	124,84,58,40,20,30,110, 38,94,50,100,88,120,28, 24,118,22,122
7		110,7062 – 124,2936	26
8		124,2936 – 142,0498	74,68,76,66,60,82

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi pada Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Beban maksimum total yang diterima oleh masing-masing titik pondasi pada Gedung Kuliah Terpadu IAIN Langsa bervariasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap titik pondasi memikul beban antara 14,7983 ton hingga 132,081 ton.

2. Desain pondasi tiang pancang yang aman harus direncanakan dengan baik sehingga memiliki daya dukung melebihi beban bangunan yang bekerja. Perhitungan daya dukung harus mempertimbangkan komponen daya dukung ujung, daya dukung selimut dan efisiensi group tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. (1997). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Gultom, R. (2010). *Analisis dan desain pondasi tiang pancang*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Mekanika tanah I*. Gadjah Mada University Press.
- Hidayat, R., & Aini, S. N. (2020). Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Metode Meyerhof dan SPT pada Proyek Gedung 5 Lantai. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 6(2), 89–98.
- Ismi, S. K., Respati, S. W., & Huda, M. A. (2021). Perencanaan pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan PT. Kaltim Amonium Nitrat. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Brawijaya*.
- Pattiserlihun, F. H., Kalalimbong, A., & Ayal, M. R. (2025). Analisis penggunaan tiang pancang sebagai alternatif pondasi pada Jembatan Wai Lapu Ambon. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Pattimura*.
- Pribadi, G., & Rumbyarso, Y. P. A. (2023). Analisis perbandingan daya dukung dan penurunan pondasi tiang bor dengan perhitungan manual dan software ALLPILE. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), 16–20. Universitas Krisnadwipayana.
- Ramadhani, D., & Alimuddin, M. H. (2021). Evaluasi Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Meyerhof pada Tanah Lunak di Proyek Gedung Perkantoran. *Jurnal Sipil dan Infrastruktur*, 7(1), 34–46.
- Saiful, A., & Marlina, L. (2019). Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT dan Uji Laboratorium di Proyek Pabrik Tekstil. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 8(1), 45–54.
- Sosrodarsono, S., & Nakazawa, K. (1990). *Teknik pondasi* (6th ed.). Erlangga.