



PERENCANAAN ULANG PERKUATAN STRUKTUR DERMAGA MENGUNAKAN PONDASI TIANG PANCANG DENGAN VARIASI DIAMETER

Clarissa Rahma Anisadila, Herry Widhiarto, Laily Endah Fatmawati
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60118
Telp +62-31-5931800
Email: clarissarahmansdl@gmail.com

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Des 2022
Disetujui: Jun 2023
Dipublikasikan: Jun 2023

Keywords:

Variation Diameter,
Carrying Capacity,
Settlement

Dermaga merupakan salah satu sarana pendukung terjadinya proses bongkar dan muat barang pada kapal. Pelayanan terhadap kapal dengan jangka waktu panjang dan beban-beban yang diakibatkan proses bongkar muat kapal, keamanan dermaga perlu ditingkatkan dengan dilakukannya perkuatan pondasi. Dermaga Berlian menggunakan pondasi tiang baja dengan diameter 1,016 m dan panjang 32 m. Penelitian ini menggunakan metode *Meyerhoff* untuk menghitung kapasitas dukung tiang dan data N-SPT sebagai Perencanaan Ulang Perkuatan Struktur Dermaga Menggunakan Variasi Diameter pada Dermaga Berlian Surabaya. Berdasarkan perencanaan ulang yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa diameter 1,00 m dan panjang 32 m diperoleh daya dukung tiang tunggal sebesar 8164 Ton, tahanan geser 28120,4 Ton, daya dukung aksial 8345,42 Ton. Besar penurunan segera yang terjadi 47,447 mm, penurunan tahunan 0,0201 mm, penurunan jangka panjang 0,193 mm, dan penurunan total 48,050 mm.

Kata Kunci: Variasi Diameter, Daya Dukung, Penurunan

Abstract

The wharf is one of the supporting facilities for the process of loading and unloading goods on ships. For services for long-term ships and loads caused by the process of loading and unloading ships, the safety of the wharf needs to be improved by strengthening the foundation. Berlian Pier uses a steel pile foundation with a diameter of 1.016 m and a length of 32 m. This study used the Meyerhoff method to calculate the bearing capacity of the piles and N-SPT data for the Reinforcement of Wharf Structures Using Diameter Variations at Berlian Surabaya Pier. Based on the re-planning that has been done, it is concluded that a diameter of 1.00 m and a length of 32 m obtains a single pile bearing capacity of 8164 Tons, shear resistance of 28120.4 Tons, axial bearing capacity of 8345.42 Tons. Immediate settlement of 38.551 mm, annual settlement of 0,0201 mm, long-term settlement of 0,193 mm, and total settlement of 48,050 mm.

Keywords: Variation Diameter, Carrying Capacity, Settlement

PENDAHULUAN

Pelabuhan merupakan bangunan perairan yang dapat melindungi dari gelombang dan memiliki fasilitas yang lengkap yang berfungsi sebagai keluar masuknya ke suatu wilayah sebagai prasarana penghubung. Pelabuhan juga berguna untuk mendukung kelancaran mobilitas sebagai peran mendukung bertumbuhnya kegiatan ekonomi, sosial budaya, dan keamanan pertahanan (Bambang Triatmodjo, 2009). Dermaga ialah bangunan air yang berfungsi sebagai tempat bersandar atau bertambatnya kapal sedang dan akan melakukan proses mobilitas membongkar barang dan menaikkan dan menurunkan penumpang (Budiartha, 2016). Pembangunan dermaga tergantung pada jenis kapal yang akan dilayani seperti kapal penumpang atau kapal barang, petikemas, barang curah, kapal ikan, dan kapal militer. Tidak hanya itu pembangunan dermaga juga mempertimbangkan jenis kapal, jenis tanah, gelombang laut, kecepatan angin, dan surut pasang air laut.

Dermaga Berlian adalah salah satu dermaga terminal yang terdapat di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang melayani bongkar muat petikemas dan merupakan salah satu dermaga dengan mobilitas tinggi yang menangani 35% arus kegiatan bongkar muat peti kemas dengan dibuktikan adanya kenaikan pada tahun 2018 sebesar 16.310 boks petikemas dan pada tahun 2019 mencapai 35.550 boks atau 218%.

Mempertimbangkan faktor keamanan proses bongkar dan muat kapal sehingga dilakukan perkuatan struktur pondasi Dermaga Berlian. Diperlukan daya dukung pondasi yang cukup untuk menopang beban-beban yang bekerja pada dermaga. Digunakan variasi diameter pada perencanaan ulang perkuatan struktur pondasi tiang pancang menggunakan metode *Meyerhoff*.

TINJAUAN PUSTAKA

Dermaga

Merupakan bangunan di pelabuhan yang digunakan sebagai tempat bertambat dan berlabuhnya kapal, sehingga kelancaran dan keamanan bongkar muat barang serta naik dan turunnya penumpang. (Budiartha, 2016). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan tipe dermaga yaitu:

1. Faktor geografis
2. Jenis kapal laut
3. Kapasitas dukung tanah

Pondasi

Pondasi sebagai struktur bawah (*substructure*) memainkan peran penting dalam desain bangunan. Tugas pondasi adalah menopang beban yang secara tidak sengaja dipindahkan ke tanah. Jenis pondasi tersebut adalah pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal meliputi pondasi lokal, pondasi menerus, dan pondasi karpet. Sebaliknya, pondasi dalam meliputi tiang kayu, tiang beton, tiang baja, dan tiang komposit, yang merupakan campuran dari dua jenis tiang.

Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Metode *Meyerhoff*

Daya dukung tiang merupakan kemampuan tiang dalam menopang atau menerima beban-beban yang bekerja. Daya dukung pondasi tiang terdiri dari gesekan antara kepala tiang dengan tanah dan tahanan ujung tiang. Kedua komponen tersebut dapat bekerja secara bersamaan atau terpisah. Pada penelitian ini perhitungan kapasitas daya dukung digunakan data N-SPT dengan metode *Meyerhoff* karena pada kondisi tanah lempung lunak pada dermaga dari hasil uji yang diperoleh memiliki hasil yang direkomendasikan menggunakan metode *Meyerhoff* dengan hasil akhir yang lebih akurat.

Kapasitas dukung ujung tiang pancang terhadap tanah kohesif dirumuskan dengan persamaan

$$Q_p = 9 \cdot C_u \cdot A_p \quad (1)$$

Kapasitas tahanan geser tiang dirumuskan dengan persamaan (2)

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot p \cdot L_i \quad (2)$$

Kapasitas dukung aksial dirumuskan dengan persamaan (3)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (3)$$

Dengan:

Q_p = kapasitas dukung tiang ujung (Ton)

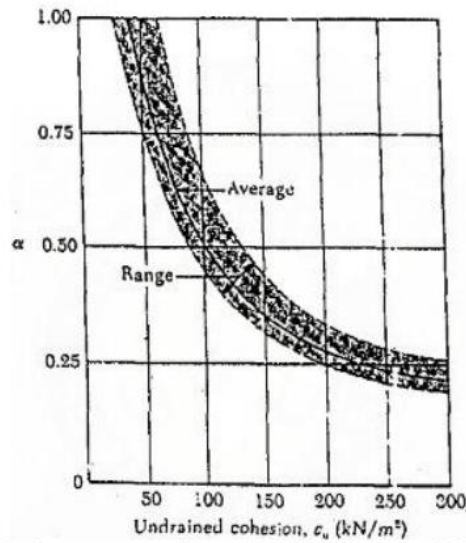
Q_s = kapasitas dukung tiang selimut (Ton)

Q_u = kapasitas dukung ultimit tiang (Ton)

C_u = kohesi *undrained* (kN/m²)

P = keliling tiang (m)

L_i = panjang tiang (m)



Gambar 1. Hubungan antara faktor adhesi dan kohesi
(Sumber: Meyerhoff, 1976)

Penurunan Tiang

Pondasi yang menerima pembebanan secara terus menerus akan mengalami penurunan (*settlement*). Berubahnya susunan dan pengurangan rongga pori di dalam tanah menyebabkan terjadinya regangan pada tanah. Terjadinya penurunan yang berlebih akan berpengaruh terhadap kestabilan bangunan (Hardiyatmo, 2008). Perhitungan penurunan menggunakan metode *Poulos & Davis* untuk proporsi beban yang mencapai dasar tiang dan penurunan total tiang (Poulos & Davis, 1980)

Penurunan tiang tunggal terdapat beberapa perhitungan penurunan tiang antara lain penurunan segera tiang, penurunan tahunan tiang, penurunan jangka panjang tiang, penurunan total tiang, dan penurunan izin tiang.

Penurunan tiang segera (*immediate settlement*) merupakan penurunan yang terjadi akibat pembebanan tiang itu sendiri dan karena sifat elastis yang dimiliki tanah. Penurunan segera dirumuskan dengan persamaan (4)

$$S_1 = \frac{Q_p + \zeta \times Q_s}{A_p \times E_p} \quad (4)$$

Penurunan tahunan tiang merupakan penurunan yang mengakibatkan tegangan air pori berlebih yang disebabkan oleh air tanah. Penurunan tahunan dirumuskan dengan persamaan (5)

$$S_2 = \frac{Q_p + 0,02}{D \times Q_i} \quad (5)$$

Penurunan tiang jangka panjang merupakan penurunan yang terjadi akibat penyesuaian kerangka dengan tanah setelah tekanan pori yang berlebih berkurang. Penurunan tiang jangka panjang dirumuskan dengan persamaan (6)

$$S_3 = \frac{Q_p + C_s}{L_i \times Q_i} \quad (6)$$

$$C_s = \left(0,93 + 1,06 \sqrt{\frac{L_i}{D}} \right) C_p \quad (7)$$

Tabel 1 Nilai Koefisien Cp

Jenis Tanah	Pondasi Tiang Pancang	Pondasi Tiang Bor
Pasir	0,02 - 0,04	0,09 - 0,018
Lempung	0,02 - 0,03	0,03 - 0,06
Lanau	0,03 - 0,05	0,09 - 0,12

(Sumber : Vesic, 1997)

Penurunan total tiang pancang dirumuskan dengan persamaan (8)

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (8)$$

Penurunan izin tiang dirumuskan dengan persamaan (9)

$$S_{izin} = 10\% \times D \quad (9)$$

Penurunan total < Penurunan izin = **(OK)**

Dengan :

$\zeta = 0,5$ (pada tanah kohesif dan $0,67$ untuk tanah non-kohesif)

A_p = luas penampang tiang (m^2)

E_p = modulus elastisitas

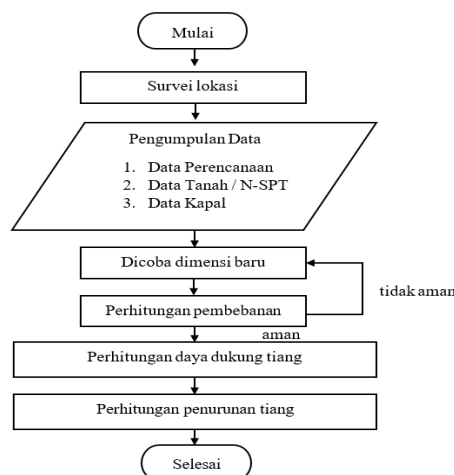
L_i = panjang tiang (m)

D = diameter tiang (m)

Q_i = daya dukung izin (Ton)

C_s = konstanta empiris

METODE



Gambar 1. Grafik Diagram Alir

Sumber: Peneliti, 2022

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data perencanaan Dermaga Berlian ditunjukkan untuk kapal dengan kapasitas 5000 DWT – 50.000 DWT, dengan total pembebanan sebesar 8106 Ton. Menggunakan perhitungan daya dukung tiang berdasarkan metode *Meyerhoff* diambil pada titik BH-2 dan digunakan variasi diameter yang dapat dilihat pada Tabel (2).

Tabel 2. Variasi Diameter Perencanaan Ulang Tiang Pancang

No.	Diameter (m)	Panjang (m)	Tebal (m)
1.	0,9	32	0,014
2.	1,00	32	0,014
3.	1,016	32	0,014
4.	1,100	32	0,014

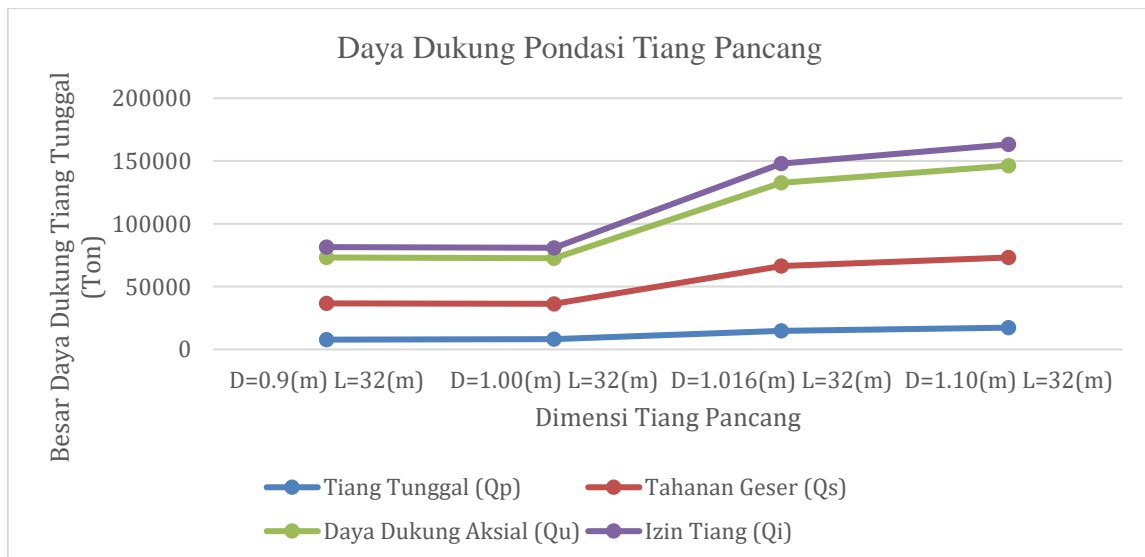
(Sumber: Peneliti, 2022)

Perhitungan kapasitas dukung tiang sesuai dengan persamaan (1), (2), dan (3)

Tabel 3. Tabel Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Pancang

Dimensi (m)	Tiang Tunggal (Q_p) Ton	Tahanan Geser (Q_s) Ton	Daya Dukung Aksial (Q_u) Ton	Izin Tiang (Q_i) Ton
D = 0,9 (m) L = 32 (m)	7768,93	28774	36542,7	8344,41
D = 1,00 (m) L = 32 (m)	8164	28120	36284,4	8345,42
D = 1,016 (m) L = 32 (m)	14747,8	51611	66358,8	15238,2
D = 1,10 (m) L = 32 (m)	17287,3	55878	73165,3	16938

(Sumber : Peneliti, 2022)



Gambar 2 Grafik Daya Dukung Tiang Tunggal

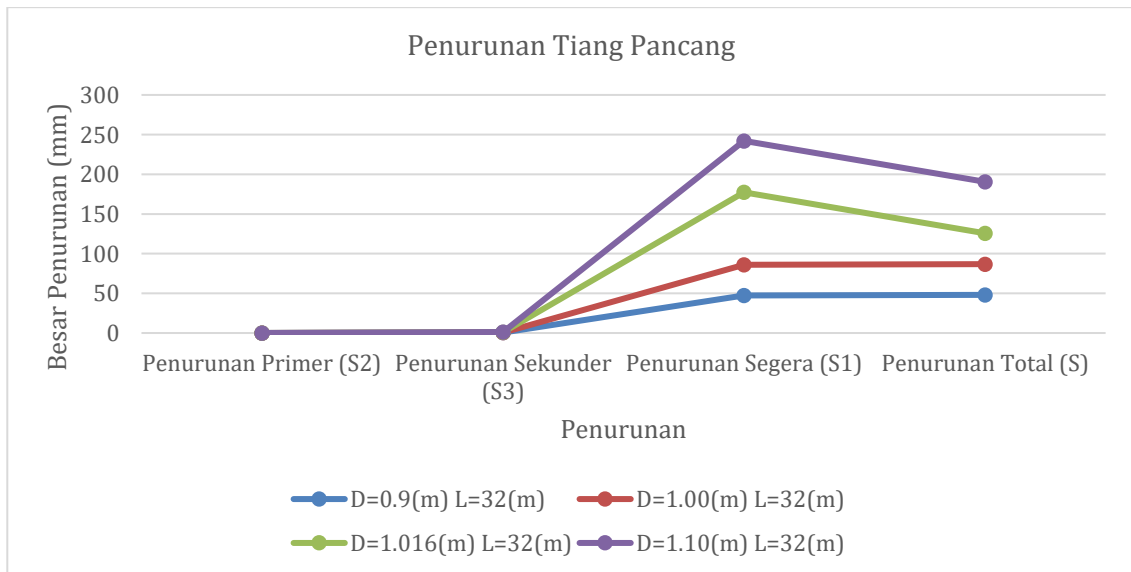
(Sumber: Peneliti, 2022)

Perhitungan penurunan tiang pancang diperoleh berdasarkan persamaan (4), (5), dan (6)

Tabel 4. Rekapitulasi Penurunan Tiang pancang

Dimensi (m)	Penurunan Segera (S1) mm	Penurunan Tahunan (S2) mm	Penurunan Jangka Panjang (S3) mm	Penurunan Total (S) mm	Penurunan Izin (Sizin)	
D = 0,9 (m) L = 32 (m)	38,551	0,0109	0,5819	38,743	38,743	OK
D=1,00 (m) L=32 (m)	47,447	0,0171	0,19336	48,050	48,1	OK
D=1,016 (m) L=32 (m)	64,836	0,0201	0,18145	65,049	65,049	OK
D=1,10 (m) L=32 (m)	91,275	0,0207	0,1785	87,56	87,56	OK

(Sumber: Peneliti, 2022)



Gambar 2 Grafik Penurunan Tiang

(Sumber: Peneliti, 2022)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan digunakan diameter tiang $d = 1,00$ m dan $L = 32$ m yang memiliki nilai daya dukung mendekati besar beban yang akan diterima oleh pondasi tiang pancang dengan besar kapasitas dukung aksial tiang yang diperoleh dari perhitungan dari data N-SPT menggunakan metode *Meyerhoff* diperoleh 8164 ton.

Clarissa Rahma Anisadila, Herry Widhiarto, Laily Endah Fatmawati/ Jurnal Rab Construction Research 8 (1)
(2023)

2. Penurunan total yang diperoleh pada pondasi tiang pancang yang sebesar 38,7437 mm dan memenuhi penurunan izin tiang $38,7437 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo (2009) 'Perencanaan Pelabuhan', *Beta Offset Yogyakarta*, 1999(December), pp. 1–6.

Budiarta, R.M.N. (2016) *Pelabuhan : Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai Nyoman*.

Hardiyatmo, H.C. (2008) 'Teknik Fondasi 2', *Gramedia Pustaka Utama*, p. 275. Available at: https://www.academia.edu/download/57492139/Hardiyatmo-1996-Teknik_Pondasi_1.pdf.