

“ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DERMAGA MENGGUNAKAN DATA SPT PADA PEMBANGUNAN PELABUHAN BALOHAN KOTA SABANG SABANG, ACEH”

Oleh:

Semangat Marudut Tua Debataraja ¹⁾
Diego Perdana Simanjorang ²⁾
Nelson Hutahaean ³⁾
Universitas Darma Agung

E-mail:

semangattuadebataraja@gmail.com ¹⁾
Diegoperdana68@gmail.com ²⁾
nhutahaean14@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

The foundation is one of the most important structures in a building or construction, where its function is to carry the entire load on it and distribute it to the ground so that the building above it stands firmly and does not experience excessive settlement. A pile foundation planning must be done carefully and as carefully as possible. Each foundation must be able to support the load to the specified safety limit, including the maximum load that may occur. In carrying out this final project, the author chooses the Analysis of Pile Foundation Bearing Capacity Using SPT Data on the Development of Balohan Port, Sabang City, Aceh. The purpose is to determine the bearing capacity of the pile foundation and calculate the ultimate capacity of the pile. To determine the bearing capacity of the foundation is calculated using the Meyerhoff method based on field data (SPT). As a conclusion that can be drawn from the topic of this discussion, the carrying capacity of single piles (Q_i) is 148,536 tons, and the working load received by the piles (P_u) is 93.529 tons from the calculation of the bearing capacity of the foundation $Q_i < P_u$. In the calculation of the settlement of the pile, the result is 18.90 mm < 50mm. So it can be concluded that the pile foundation on Trestel pier is able to carry the working load.

Keywords : *Analysis of Pile Foundation Bearing Capacity, Pile Settlement*

ABSTRAK

Pondasi merupakan satu diantara struktur yang sangat penting dalam sebuah bangunan atau konstruksi, dimana fungsinya untuk memikul seluruh beban di atasnya dan menyalurkan ketanah agar bangunan di atasnya berdiri kokoh dan tidak mengalami penurunan berlebihan. Suatu perencanaan pondasi tiang pancang harus dilakukan dengan teliti dan secermat mungkin. Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang ditentukan, termasuk beban maksimum yang mungkin terjadi. Dalam melaksanakan tugas akhir ini penulis memilih Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Menggunakan Data SPT Pada Pembangunan Pelabuhan Balohan, Kota Sabang Aceh. Adapun tujuannya adalah Untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang dan menghitung kapasitas ultimate tiang pancang. Untuk mengetahui Daya dukung pada pondasi dihitung dengan menggunakan metode meyerhoff berdasarkan data lapangan (SPT). Sebagai kesimpulan yang dapat diambil dari topik pembahasan ini, didapat daya dukung tiangpancang tunggal (Q_i) sebesar 148,536 Ton, dan beban yang bekerja di terima oleh tiang pancang (P_u) sebesar 93,529 Ton dari perhitungan daya dukung pondasi $Q_i < P_u$. Pada perhitungan penurunan tiang pancang (Settlement) di dapat hasil 18,90 mm < 50mm. Maka dapat di simpulkan bahwa pondasi tiang pancang pada Trestel dermaga mampu memikul beban yang bekerja.

Kata kunci : *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang, Penurunan Tiang pancang (Settlement)*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adapun rumusan masalah tugas akhir ini adalah untuk menganalisa daya dukung tiang pancang yang telah di rencanakan apakah mampu atau tidak untuk memikul beban yang bekerja pada konstruksi tersebut. Analisa daya dukung tersebut diperoleh dari data tanah hasil penyelidikan standard penetrasi test (SPT).

1.2 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan yang di harapkan penulis dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui daya dukung pondasi berdasarkan data N-SPT
- b. Menghitung beban yang bekerja pondasi pada Trestel Dermaga.
- c. Mengetahui apakah struktur pondasi dermaga mampu memikul beban yang bekerja pada dermaga

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Pada bab ini akan di bahas mengenai data umum yang dipakai dalam penyelidikan di lapangan dan metode pelaksanaannya. Dan yang di jelaskan disini adalah mengenai penyelidikan lapangan yang di gunakan dan perhitungan beban yang bekerja pada bangunan Dermaga.

2.2. Macam-macam pondasi

a. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban langsung seperti;

1. Pondasi Setempat

Biasanya digunakan pada tanah yang mempunyai nilai daya dukung berbeda-beda di suatu tempat pada suatu lokasi bangunan yang akan di bangun. Untuk mentransfer beban yang dipikul oleh pondasi ini, agar dapat mendistribusikan kesemua tempat biasanya di buat beberapa pondasi setempat kemudian di hubungkan dengan plat balok.

2. Pondasi Menerus

Digunakan pada tanah yang mempunyai nilai daya dukung yang seragam pada lokasi pekerjaan yang akan di bangun pemakaian pondasi ini sangat ekonomis dari segi

pelaksanaannya, dan dapat di pakai pemasangan batu kali untuk pemasangan pondasi bentuk trapesium dan plat beton untuk dasar pondasi tersebut. Kemampuan pondasi ini untuk mentransfer beban kebawah pondasi (tanah) dianggap bias merata akibat kemampuan daya dukung tanah yang homogen dalam merendam beban yang di pikul oleh pondasi.

3. Pondasi Tikar

Jenis pondasi ini berlaku untuk tanah yang mempunyai daya dukung tanah yang sangat kecil. Untuk mendapatkan daya dukung maksimum, biasanya di gunakan di gunakan pondasi seperti ini dengan mengandalkan luasan plat untuk memberikan daya dukung yang maksimum dan dikombinasikan dengan pondasi tiang keatas. Mengingat konstruksi tidak ekonomis dari nilai pelaksanaannya untuk gedung yang sederhana, maka gedung tersebut banyak digunakan di gedung bertingkat.

2.3 Pondasi Dalam

Pondasi tiang pancang adalah salah satu pondasi dalam, pondasi tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang terbuat dari kayu, beton, dan baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban dari struktur atas melewati tanah lunak ke tanah yang keras. Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang. Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal (tegak lurus) kesumbu tiang dengan jalan menerap lenturan. Pondasi tiang pada umumnya dapat di gunakan untuk mentransfer beban dari struktur atas kelapisan tanah dalam yang dapat mencapai daya dukung yang lebih baik, dan dapat digunakan menahan gaya angkat akibat gaya apung air tanah, menahan gaya lateral ataupun gaya gempa. Jenis-jenis tiang pancang berdasarkan bahan, yaitu:

1) Tiang Pancang Kayu

Tiang pancang kayu dibuat dari pohon yang biasanya diberi bahan pengawet dan di dorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bahan yang runcing. Ujung runcing

ini dapat di lengkapi dengan sebuah sepatu pemancang logam bila tiang pancang harus menembus tanah keras atau kerikil. Tapi biasanya ujung nya yang besar atau pangkal dari pohon di pancangkan untuk tujuan tertentu, seperti dalam tanah yang sangat lembek dimana tanah tersebut akan memberikan perlawanan dengan ujung nya yang tebal terletak pada lapisan yang lebih besar. Tiang pancang kayu akan tahan dan tidak mudah busuk apabila tiang pancang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh dibawah muka air tanah dan tiang pancang kayu akan lebih cepat rusak apabila dalam keadaan kering dan basah selalu berganti-ganti. Pada pemasangan tiang pancang bisasanya tidak di izinkan untuk menahan muatan lebih tinggi dari 25 sampai 30 ton untuk satu tiang.

2) Tiang Pancang Beton (Concrete Piles)

a) Tiang Pancang Precast Beton

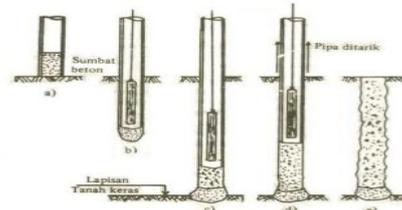
Tiang pancang precast beton adalah tiang pancang dari beton bertulang yang di cetak dan di cor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan di pancangkan. Karena tegangan tarik beton adalah kecil dan praktis dianggap sama dengan nol, sedangkan berat sendiri dari beton adalah besar, maka tiang pancang betong ini harus di beri penulangan-penulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan. Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar (>50 ton setiap tiang), hal ini tergantung dari dimensinya. Dalam perencanaan tiang pancang beton precast ini panjang dari tiang harus di hitung dengan teliti, sebab kalau ternyata panjang dari tiang ini kurang terpaksa dilakukan penyambungan, hal ini adalah sulit dan banyak memakan waktu.

b) Tiang Pancang Beton Prategang

Pengertian dari tiang pancang dari beton prategang yaitu tiang yang menggunakan baja yang kuat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

c) Tiang Pancang yang dicor langsung di tempat (cast – in place piles)

Pondasi tiang pancang tipe ini adalah pondasi yang dicetak ditempat dengan jalan di buat lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada saat penyelidikan tanah. Pada *cast in place* ini dapat di laksanakan dengan dua cara.



Gambar 2.5 Tiang pancang *cast in place* Franki pile

Sumber : Ir. Sardjono, H. S pondasi tiang pancang jilid I

3) Tiang Pancang Baja (Stell Piles)

Jenis-jenis tiang pancang ini biasanya berbentuk profil H. karna terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang pancang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pengangkutan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang beton precast. Jadi pemakaian tiang pancang baja ini akan sangat bermanfaat apabila kita memerlukan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar. Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda-beda terhadap tekstur tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah, dan kelembapan tanah (*moisture content*). Pada umumnya tiang pancang baja akan berkarat di bagian atas yang dekat dengan permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena *Aerated-Condition* (keadaan udara pori-pori tanah) pada lapisan tanah tersebut dan adanya bahan-bahan organis dari tanah. Hal ini dapat di tanggulangi dengan memoles tiang baja tersebut dengan (*coaltar*) atau dengan sarung beton sekurang-kurangnya 20" (±60 cm). dari muka air tanah terendah.

4) Tiang Pancang Komposit

Tiang pancang komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Kadang-kadang

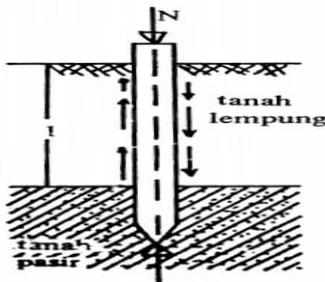
pondasi tiang di bentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan berbeda, misalnya dengan bahan beton diatas muka air tanah dan bahan kayu tanpa perlakuan apapun di bawah nya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan dalam cara ini adalah diabaikan.

2.4 Penyaluran Beban Yang Diterima Tiang Kedalam Tanah

Berdasarkan cara penyaluran bebannya ke tanah, pondasi tiang di bedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

a) Pondasi tiang dengan tahanan ujung (*end bearing pile*)

Tiang ini meneruskan beban melalui tahanan ujung tiang kelapisan tanah pendukung.

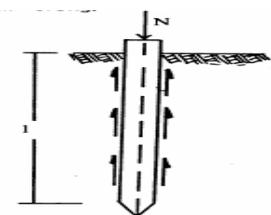


Gambar 2.7 Pondasi Tiang Pancang dengan tahanan ujung (*End bearing pile*)

Sumber : Ir. Sardjono, H. S pondasi tiang pancang jilid I

b) Tiang pancang dengan tahanan gesekan (*Friction pile*)

Jenis tiang pancang ini akan meneruskan beban ke tanah melalui gesekan antara tiang dengan tanah di sekelilingnya bila butiran tanah sangat halus tidak menyebabkan tanah diantara tiang-tiang menjadi padat, sedangkan bila butiran tanah kasar maka diantara tiang akan semakin padat.

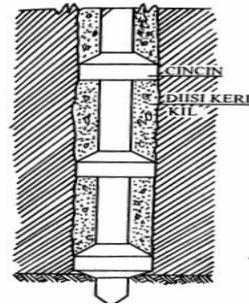


Gambar 2.8 Pondasi Tiang Pancang dengan tahanan gesekan (*Friction pile*)

Sumber : Ir. Sardjono, H. S pondasi tiang pancang jilid I

c. Tiang pancang dengan tahanan lekatan (*Adhesive pile*)

Bila tiang di pancangkan pada dasar tanah pondasi yang memiliki nilai kohesi tinggi, maka beban yang diterima oleh tiang akan di tahan oleh lekatan antara tanah di sekitarnya dan permukaan tiang



Gambar 2.9 Pondasi Tiang Pancang dengan tahanan lekatan (*Adhesi pile*)

Sumber : Ir. Sardjono, H. S pondasi tiang pancang jilid I

2.5 Pemasangan Tiang Pancang

Pemancangan Tiang Pemancangan tiang pancang adalah usaha yang dilakukan untuk menempatkan tiang pancang di dalam tanah sehingga berfungsi sesuai perencanaan. Pada umumnya pelaksanaan pemancangan dapat dibagi dalam tiga tahap, tahap pertama adalah pengaturan posisi tiang pancang, yang meliputi kegiatan mengangkat dan mendirikan tiang pada pemandu rangka pancang, membawa tiang pada titik pemancangan, mengatur arah dan kemiringan tiang dan kemudian percobaan pemancangan. Setelah selesai, tahap kedua adalah pemancangan tiang hingga mencapai kedalaman yang direncanakan. Pada tahap ini didalam pencatatan data pemancangan, yaitu jumlah pukulan pada tiap penurunan tiang sebesar 0,25 m atau 0,5 m. Hal ini dimaksudkan untuk memperkirakan apakah tiang telah mencapai tanah keras seperti yang telah direncanakan. Tahap terakhir biasa dikenal dengan setting, yaitu pengukuran penurunan tiang pancang per - pukulan pada akhir pemancangan. Harga penurunan ini kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas dukung tiang tersebut.

2.6 Hal-hal yang menyangkut Masalah Pemancangan

Ada beberapa hal yang sering dijumpai pada saat proses pemancangan. Pada umumnya yang sering terjadi antara lain adalah kerusakan tiang, pergerakan tanah pondasi hingga pada masalah pemilihan peralatan.

a)Pemilihan Peralatan

Alat utama yang digunakan untuk memancangan tiang-tiang pracetak adalah penumbuk (*hammer*) dan mesin derek (*tower*). Untuk memancangan tiang pada posisi yang tepat, cepat dan dengan biaya yang rendah, penumbuk dan dereknya harus dipilih dengan teliti agar sesuai dengan keadaan di sekitarnya, jenis dan ukuran tiang, tanah pondasi dan perancahnya. Faktor - faktor yang mempengaruhi pemilihan alat penumbuk adalah kemungkinan pemancangannya dan manfaatnya secara ekonomis.

b)Pergerakan Tanah pondasi

Pemancangan tiang akan mengakibatkan tanah pondasi dapat bergerak karena sebagian tanah yang digantikan oleh tiang akan bergeser dan mengakibatkan bangunan - bangunan yang berada di dekatnya akan mengalami pergeseran.

c)Kerusakan Tiang

Pemilihan ukuran dan mutu tiang didasarkan pada kegunaannya dalam perencanaan, tetapi setidaknya tiang tersebut harus dapat dipancangan sampai ke pondasi. Kasus ini sering terjadi pada pemancangan menggunakan sistem pukul (*hammer*). Jika tanah pondasi cukup keras dan tiang tersebut cukup panjang, tiang tersebut harus dipancangan dengan penumbuk (*hammer*) dan tiang harus dijaga terhadap kerusakan akibat gaya tumbukan dari hammer.

2.7 Daya Dukung Aksial pondasi Tiang

Rumus umum daya dukung aksial pondasi dalam:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_i = \frac{Q_p}{Fk_1} + \frac{Q_s}{Fk_2}$$

Dimana:

Q_i = Daya dukung aksial pondasi tiang

Q_s = Tahan geser selimut tiang

Q_p = Tahanan ujung tiang

Fk_1 = Faktor keamanan ujung tiang (biasanya dipakai 3)

Fk_2 = Faktor keamanan kulit (biasanya dipakai 5)

2.8 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data lapangan

a)Kapasitas daya dukung tiang pancang dari hasil SPT

Standard Peneration Test (SPT) adalah jenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon kedalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (relative density), sudut geser tanah (?) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N). Hubungan kepadatan relatif, sudut geser tanah dan nilai N dari pasir dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Hubungan Dr, ? dan N dari pasir

Nilai N	Kepadatan Relative (Dr)		Sudut Geser Dalam	
			Menurut Peck	Menurut Meyerhof
0-4	0,0-0,2	Sangat lepas	< 28,5	< 30
4-10	0,2-0,4	Lepas	28,5-30	30-35
10-30	0,4-0,6	Sedang	30-36	35-40
30-50	0,6-0,8	Padat	36-41	40-45
> 50	0,8-1,0	Sangat Padat	< 41	> 45

Sumber : Sosrodarsono Suyono Ir, 1983

Table 2.2 klasifikasi tanah kohesif Berdasarkan N-SPT

Deskripsi Kohesi Tanah	Indeks Palstisitas (%)
<i>Cohesionless</i>	< 1
<i>Slightly cohesive</i>	1-10
<i>Medium cohesive</i>	10-20
<i>Cohesive</i>	20-30
<i>Very cohesive</i>	> 30

Sumber : Mayerhoff

b) Daya dukung tiang pancang pada tanah kohesif dan non kohesif dengan data SPT

1) Daya dukung ujung tanah pada tanah pasiran non-kohesif

$$Q_p = 40 \cdot N \cdot SPT \cdot A_p$$

Dimana:

Q_p = Tahanan ujung ultimate (Ton)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)

$$N-SPT = (N_1 + N_2) / 2$$

N_1 = Harga rata-rata dari dasar 8D keatas

N_2 = Harga rata-rata dari dasar 4D kebawah

- 2) Tahanan geser selimut tiang pancang pada tanah non-kohefif

$$Q_s = 0,2 * N-SPT * A_k * L_i$$

Dimana:

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

A_k = Keliling tiang (m)

- 3) Daya dukung ujung tiang pada tanah kohefif c_u

$$Q_p = 9 * C_u * A_p$$

Dimana:

A_p = Luas penampang tiang (m^2)

C_u = Kohesi undrained (kN/m^2)
 $= N-SPT * 2/3 * 10$

- 4) Tahanan geser selimut tiang pada tanah kohefif c_u

$$Q_s = \alpha * C_u * p * L_i$$

Dimana:

α = koefisien adhesi antara tanah dan tiang

C_u = kohesi undrained
(kN/m^2) = $N-SPT * 2/3 * 10$

A_k = keliling tiang (m)

L_i = panjang lapisan tanah (m)

2.9 Faktor keamanan (Fs)

Untuk memperoleh kapasitas pembagi kapasitas ultimate yang disebut dengan faktor aman (keamanan) tertentu. Faktor keamanan ini perlu diberikan dengan maksud :

- Untuk memberikan keamanan terhadap ketidak pastian metode yang di gunakan
- Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompreblitas tanah
- Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja
- Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas – batas toleransi

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

Sumber : *Teknik pondasi 2, Hary christiady hardiyatno*

Besarnya beban bekerja (working load) atau kapasitas tiang izin dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimate (Q_u) dibagi dengan faktor aman (F) yang sesuai. Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak

digunakan untuk perancangan pondasi tiang, tergantung pada jenis tiang dan tanah berdasarkan data laboratorium sebagai berikut:

a. Tiang pancang

Beberapa penelitian menyarankan faktor keamanan yang tidak sama untuk tahanan gesek dinding dan tahanan ujung. Kapasitas izin dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_i = \frac{Q_p}{F_{k1}} + \frac{Q_s}{F_{k2}}$$

Penggunaan faktor keamanan 5 untuk tahanan gesek dinding (Q_s) yang harganya lebih kecil dari faktor keamanan tahanan ujung yang besarnya 3, karena nilai puncak tahanan gesek dinding dicapai bila tiang mengalami penurunan 2 sampai 7 mm, sedang tahanan ujung (Q_p) membutuhkan penurunan yang lebih besar agar tahanan ujungnya bekerja secara penuh

a. Tiang bor

Kapasitas ijin tiang bor, diperoleh dari jumlah tahanan ujung dan tahanan gesek dinding yang dibagi faktor keamanan tertentu.

- Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2$ m
 $Q_{all} = Q_u / 2,5$

- Untuk dasar tiang tanpa pembesaran dibagian bawah

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{f_{k1}} + \frac{(Q_s \times 50\%)}{F_{k2}}$$

2.10 Jarak Antar Tiang Dalam Kelompok

Berdasarkan pada perhitungan daya dukung tanah oleh Dirjen Bina Marga disyaratkan:

$$S \geq 2,5 D$$

$$S \geq 3 D$$

Dimana:

S = jarak masing-masing tiang dalam kelompok (spacing)

D = diameter tiang

2.11 Efisiensi Kelompok Tiang

Menurut coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu:

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{all}$$

Dimana:

Q_g = beban maksimum kelompok tiang

E_g = efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang dalam kelompok

Q_i = kapasitas dukung ijin tiang

Beban maksimum

$$Q_i = \frac{Pu}{m.n} \pm \frac{MyXi}{m \Sigma x^2} \pm \frac{MxYi}{n \Sigma y^2}$$

Dimana:

Q_i = gaya pada tiang

x = absis tiang terhadap titik berat kelompok tiang.

y = ordinat tiang terhadap titik berat kelompok tiang

Σx^2 & Σy^2 = jumlah absis dan ordinat tiang

2.12 Bagian-Bagian Konstruksi Dermaga

2.14.1 Struktur Atas

Bagian atas terdiri dari:

a. Pelat lantai

Adalah bagian dari plat dermaga untuk di lewati kendaraan yang menuju kapal atau dari kapal menuju daratan.

b. Balok

Adalah rangkaian dari gelagar memanjang dari konstruksi dermaga tersebut dan merupakan pemikul pelat lantai

2.14.2 Sistem Fender

Pada dasarnya dari segi konstruksi diketahui 3 sistem yaitu:

a. Pelindung kayu

Fender jenis ini makin kurang penggunaannya, karena semakinlangka mendapatkan kayu panjang.

b. Fender gantung

Bentuk fender ini dari yang paling sederhana sampai yang lebih sulit dalam pelaksanaannya. Biasanya digunakan untuk konstruksi yang menampung kapal-kapal jenis kecil. Di kenal beberapa jenis yaitu:

1. Rantai di lindungi karet
2. Berbobot bentuk ini sudah jarang di gunakan karena biaya pemeliharaannya tinggi

c. Fender bentur

Gunanya menyerap energi tinggi yang di timbulkan benturan kapal pada dermaga, pada saat ini dikembangkan tiga jenis yaitu:

1. Fender hidroliis
2. Fender per baja
3. Fender karet

2.13 Pembebanan Pada Struktur Dermaga

Dermaga yang direncanakan bentuk dan jenisnya harus di tentukan desain detailnya yang di rencanakan dapat melayani beban-beban yang bekerja. Maka itu dilakukan analisis gaya dan pembebanan.

a. Beban permanen (*Self wieght*)

Berat permanen bangunan adalah berat bahan dan bagian-bagian yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap.

b. Beban SDL (*Superimposed Dead Load*)

Beban SDL adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural, dan besarnya berubah sesuai dengan panjang umur jembatan.

c. Beban Hidup

beban hidup merupakan beban yang disebabkan oleh penggunaan atau operasional sehari-hari pada dermaga sesuai dengan fungsi masing-masing komponem struktur. Yang termasuk dengan beban hidup adalah beban yang berasal dari kendaraan-kendaraan bergerak lalu lintas dan atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada dermaga. Berdasarkan R-SNI-t-02-2005 standart pembebanan, halaman 14, beban hidup di tinjau dari :

d. Beban "D" (jalur lalu-lintas)

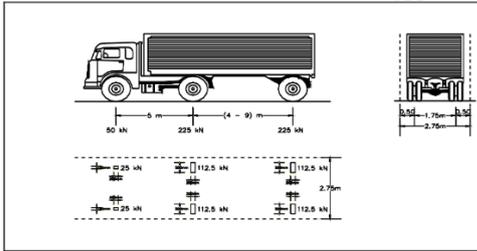
Beban lajur "D" terdiri dari beban terbagi rata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT)

e. Respon terhadap beban lalu-lintas

Distribusi beban hidup arah melintang di gunakan untuk memperoleh momen dan geser dalam arah longitudinal pada gelagar jembatan dengan mempertimbangkan beban lajur "D" tersebar pada seluruh lebar balok (tidak termasuk kreb dan trotoar) dengan intensitas 100% untuk panjang terbebani yang sesuai.

f. Beban "T"(beban lantai kendaraan)

Pembebanan truck "T" terdiri dari kendaraan truck semi trailer yang mempunyai muatan sumbu dan susunan seperti pada gambar 2.17. Berat dari masing-masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak roda dengan permukaan lantai. Pembebanan truck "T" adalah dalam arah melintang. Terlepas dari panjang atau susunan bentang, hanya ada satu kendaraan truck "T" yang bisa di tempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana.



Gambar 2.16 Pembebanan Truck “T” (500 kN)

Sumber : peraturan pembebanan untuk jembatan RSNI T-02 2005

g. Energi dan Gaya Benturan

Beban kapal adalah beban yang diakibatkan oleh benturan kapal pada saat berlabuh di dermaga. Beban kapal ini perlu diperhitungkan karena kondisi saat bertambat sangat berpengaruh untuk struktur dermaga. Hal ini perlu diantisipasi karena kondisi di area air laut (cuaca buruk) dapat mengakibatkan kapal gagal berlabuh dengan sempurna. Bila suatu benda dengan suatu massa m ($m = \frac{w}{g}$) bergerak dengan kecepatan v ; untuk menghitung kerja benda tersebut sampai berhenti atau $v_1 = 0$. bila p adalah gaya dinamis yang merubah kecepatan v menjadi $v_1 = 0$ dan a adalah akselerasi, sedang s adalah jarak yang ditempuh, maka di dapatkan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$v_1^2 - v^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

$$0 - v^2 = 2 \cdot a \cdot s \rightarrow s = -\frac{v^2}{2a}$$

Kerja yang di lakukan gaya p adalah $P \cdot s$

$$\text{Atau } m \cdot a \cdot X - \frac{v^2}{2a} = -\frac{1}{2} mv^2$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 DATA TEKNIS

Data-data yang di peroleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak konsultan, dengan data sebagai berikut:

a. Data SPT sebanyak 1 titik (BH - 4)

b. Data pondasi :

Diameter tiang pacang = 500 m

Kedalaman = 16,45 m

3.2 METODE PENGUMPULAN DATA

Untuk mencapai maksud dan tujuan studi ini, di lakukan beberapa tahapan yang dianggap

- Tahapan pertama adalah melakukan review dan studi kepustakaan terhadap text book dan jurnal-jurnal terkait dengan pondasi tiang, permasalahan pada pondasi tiang, dengan desain dan pelaksanaan pemancangan tiang.
- Tahap kedua adalah meninjau langsung ke lokasi proyek dan menentukan pengambilan data yang dianggap perlu.
- Tahap ketiga adalah pelaksanaan penumpukan data-data dari pihak pihak yang terkait dalam proyek tersebut. Data yang di peroleh adalah:
 - Data hasil SPT
 - Gambar dan desain poer pada tiang pancang Desain pembebanan yang di pikul oleh tiang pancang
- Tahap ke empat adalah melakukan analisis data dengan menggunakan data- diatas berdasarkan formula yang ada
- Tahap kelima adalah mengadakan analisis terhadap hasil perhitungan yang dilakukan untuk membuat kesimpulan.

3.3 Lokasi Studi

lokasi studi ini berada di Jl. Pelabuhan Balohan, Sukajaya, Kota Sabang – Aceh.



3.4 Denah Trestel Yang Dianalisa

Pada titik BH4 area trestle dermaga dilakukan pekerjaan pengeboran (Core Drilling Works) dilaksanakan dengan menggunakan jenis peralatan bor mesin (Drilling Machine) dan hanya dilaksanakan untuk pengeboran inti (Core Drilling). Penyelidikan dengan pengeboran ini bertujuan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini, penulis akan mengaplikasikan metode daya dukung yang telah disampaikan pada bab II. Daya dukung tiang akan di hitung dengan menggunakan data hasil *Standard Penetration Test (SPT)* yaitu jumlah pukulan palu (N-SPT).

4.2 Pengumpulan Data dari Lapangan

Data tanah di peroleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak konsultan, dengan data sebagai berikut:

1. Data SPT sebanyak 1 titik (BH - 4)

4.3 Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode Meyerhoff diambil pada titik BH - 4

Diameter tiang pancang :

Dimeter tiang (D) = 500 mm

Keliling tiang pancang (Ak)

$$= \pi \times 500 \text{ mm} = 3,14 \times 500 \text{ mm} = 1570 \text{ mm} = 1,57 \text{ m}$$

$$\text{Luas tiang pancang (Ap)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,5^2) = 0.196 \text{ m}^2$$

a. Perhitungan pada titik BH-4

Perhitungan N-SPT di lakukan pada kedalaman 16,45 meter

8D keatas dan 4D kebawah (non-kohesif)

$$N1 = 8D = (31 + 37/30) / 3 = 32,6$$

$$N2 = 4D = (31 + 82) / 2 = 56,5$$

$$Nr = \frac{(N1 + N2)}{2} = \frac{(32,6 + 56,5)}{2} = 44,5$$

Daya dukung tiang pancang tanah non-kohesif adalah:

$$Qp = 40 \times Nr \times Ap = 40 \times 44,5 \times 0.196 = 349,53 \text{ Ton}$$

Untuk tahanan geser selimut tiang pada tanah non kohesif adalah:

$$Qs = 0,2 \times Nk \times Ak \times Li$$

$$= 0,2 \times 31 \times 1,57 \times 16,45$$

$$= 160,124 \text{ Ton}$$

Rumus umum daya dukung aksial pondasi dalam

$$Qu = Qp + Qs = 349,53 + 160,124 = 509,654 \text{ Ton}$$

$$Qi = \frac{Qp}{3} + \frac{Qs}{5} = \frac{349,53}{3} + \frac{160,124}{5} = 148,536 \text{ Ton}$$

b. Efisiensi Tiang kelompok

efisiensi kelompok tiang

$$Eg = 1 - \square \frac{(n-1).m + (m-1).n}{90.m.n}$$

Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang dalam satu baris

\square = arc tg d/s, dalam satuan derajat

s = jarak pusat kepusat tiang

d = diameter tiang

$$Eg = 1 - \text{arc} \frac{0,5}{1,375} \frac{(2-1).1 + (1-1).2}{90 \times 1 \times 2} = 1 - (19,95 \times \frac{1}{180}) = 0,99$$

Untuk daya dukung total kelompok tiang (Qg)

$$Qg = Qi \times Eg \times \text{jlh tiang}$$

$$= 148,536 \times 0,99 \times 6 = 882,19 \text{ Ton}$$

4.4 Perhitungan Pembebanan

Dermaga (Trestel)

Beban mati dead weight load (DWL)

Total beban mati trestel

$$= 237,285 + 843,78 = 1081,065$$

Total DWL = 1081,065 Ton

4.4.1 Beban hidup / weight life load (WLL)

1) Beban Truk "T" (TT)

Beban Truk rencana

= 100 Ton (2 unit truk di sepanjang trestel)

2) beban Angin

Gaya beban angin tambahan arah horizontal pada permukaan lantai trestle beban angin meniup kendaraan diatas lantai jembatan di hitung dengan rumus $T_{ew} = 0,0012 \times Cw \times (Vw)^2 \times A_b$

Dimana:

Faktor beban ultimit (Cw)

$$= 1,2 \text{ (RSNI T- 02-2005)}$$

Kecepatan angina rencana

$$= 35 \text{ m/det (RSNI T-02-2005)}$$

Luas koefisien Lantai (Ab)

$$= \text{Tinggi lantai} = 1.0 \text{ m}$$

$$T_{ew} = 0,0012 \times 12 \times (35)^2 \times 1.0$$

$$= 1,76 \text{ Kn} = 0.176 \text{ Ton}$$

3) Akibat Beban Arus

Diketahui : type kapal FERRY RO-RO 1300 GT

❖ Panjang (Loa) = 69,06 m

❖ Berat (w) = 100 Ton

❖ Lebar (B) = 15,10 m

❖ Tinggi (Ab) = 4,5 m

❖ Kecepatan Arus (V)=1.5 m/s

❖ Gravitasi (g) = 9,8 m/s

❖ Berat jenis air laut (yw) = 1030 kg/m³

$$\text{Beban Arus (F)} = f \times B \quad f = \frac{yw}{2 \times g} \times v^2$$

$$= \frac{1030}{2 \times 9,8} \times 1,5^2 = 118,24 \text{ Maka;}$$

$$F = f \times B = 118,24 \times 15,10 = 1785,424 \text{ kg} = 1,785 \text{ Ton}$$

4) Beban Akibat Tumbukan Kapal (E)
Maka Perhitungan Beban Akibat Tumbukan kapal adalah

$$\begin{aligned} \text{Berthing speed (v)} &= 0,002 \times C_w \times (V_w^2) \times A_b \\ &= 0,002 \times 1,2 \times (35)^2 \times 4,5 \\ &= 7,938 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$E = \frac{w \cdot v^2}{2 \cdot g} = \frac{100 \cdot 7,9838^2}{2 \cdot 9,807} = 321,25 \text{ Ton}$$

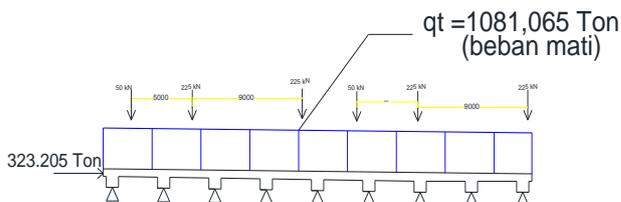
Total beban hidup (WLL)

- ❖ Beban Truk = 100.00 Ton
- ❖ Beban Angin = 0,17 Ton
- ❖ Beban Arus = 1,785 Ton
- ❖ Beban Tumbukan Kapal = 321,25 Ton

Total WLL = 423,205 Ton

4.4.3 Kombinasi Beban

- ❖ Total beban :
Beban Maks
= 1.2 DWL + 1,6 WLL
= 1,2 (1081,065) + 1,6 (423,205)
= 1297,278 + 667,128
Diperoleh beban maks
= **1964,128 Ton**
- ❖ Perhitungan beban tiang pancang:
Beban maks = 1964,128 Ton
Jumlah tiang= 21 titik
Beban yang di terima
(Pu) = 1467,47/21 titik = **93,529 Ton**



Gambar 4.1
Beban yang bekerja pada gelagar memanjang Trestel

4.4.4 Penurunan Tiang Pancang pada Trestel (Settlement)

Perhitungan settlement (S) pada tiang pancang trestel pada kedalaman 16,45 meter dengan jenis tanah non-kohesif. Menggunakan rumus (Poulos -Davis, 1980), $S = S_1 + S_2 + S_3$

a) Penurunan segera atau immediate settlement (S_1) merupakan penurunan yang terjadi seketika akibat terjadi pembebanan dalam jangka waktu yang pendek terjadi karena sifat elastis tanah.

$$S_1 = \frac{(Q_p + \xi \cdot Q_s)}{A_p \cdot E_p} L_i$$

Dimana :

$\xi = 0,67$ (untuk tanah non-kohesif & 0,5 untuk tanah kohesif)

E_p = modulus elastis tiang

$$E_p = 4700 \sqrt{f'c} = 4700 \sqrt{25} = 23500 \text{ .}$$

$$S_1 = \frac{(349,533 + 0,67 \cdot 160,124)}{0,196 \cdot 23500} 16,45 = 1,6 \text{ cm} = 16 \text{ mm}$$

b) Penurunan primer tiang (S_2) merupakan penurunan yang terjadi akibat air tanah sehingga timbul tegangan air pori berlebih seiring berjalannya waktu.

$$S_2 = \frac{Q_p \cdot 0,02}{D \cdot Q_i} = \frac{349,533 \cdot 0,02}{50 \cdot 148,536} = 0,09 \text{ cm} = 0,9 \text{ mm}$$

c) Penurunan sekunder tiang (S_3) di definisikan sebagai penurunan penyesuaian kerangka tanah sesudah tekanan pori berlebih menghilang. Penurunan sekunder tergantung pada waktu dan dapat berlangsung dalam waktu yang lama.

$$S_3 = \frac{Q_p \cdot C_s}{L_i \cdot Q_i} \text{ Dimana;}$$

C_s = konstanta Empiris

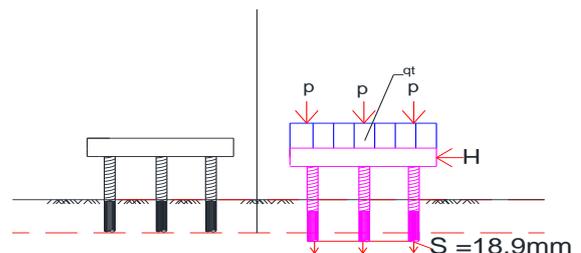
$$\begin{aligned} &= (0,93 + 0,16 \sqrt{L_i/D}) C_p \\ &= 0,93 + 0,16 \sqrt{16,45/50} 0,02 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$S_3 = \frac{349,533 \cdot 0,02}{16,45 \cdot 148,536} = 0,2 \text{ cm} = 2 \text{ mm}$$

Penurunan total tiang pancang

(S) pada trestel

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 16 + 0,9 + 2 = 18,9 \text{ mm}$$



Gambar 4.2 Penurunan Total tiang (Settlement)

4.4.5 Penurunan Ijin Tiang (S_{ijin})

Penurunan tiang yang di ijinakan adalah
 $S_{ijin} = 10\% \cdot D = 10\% \cdot 500\text{mm} = 50\text{mm}$

Penurunan tiang total < Penurunan Ijin
 $= 18,9\text{mm} < 50\text{mm} \dots\dots\text{OK}$

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dengan menggunakan data SPT pada proyek pembangunan dan revitalisasi Dermaga di pelabuhan Balohan Sabang Aceh maka dapat diambil kesimpulan berdasarkan perhitungan kapasitas daya dukung tiang pondasi pancang dari data SPT di titik BH-4 dengan kedalaman 16,45 meter maka dapat nilai sebagai berikut :

- 1 Daya dukung ijin pondasi tiang pancang tunggal (Q_i) sebesar 148,536 Ton
- 2 Beban yang bekerja dan diterima oleh tiang pancang sebesar
 $P_u = 93,529$ Ton
- 3 Dari perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang didapat hasil
 $Q_i \leq P_u = 148,536 \leq 93,529$ Ton (**OK**)
- 4 Dari perhitungan penurunan ijin tiang dapat hasil didapat hasil
 $S < S_{ijin} = 18,9 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$ (**OK**)
Maka dapat di simpulkan bahwa pondasi tiang pancang mampu memikul beban yang bekerja pada trestel.

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan diatas, penulis memberi saran sebagai berikut :

- 1 Sebelum melakukan perhitungan, kita harus mengetahui dengan pasti jenis tanah dan tempat bertumpunya pondasi, setelah itu baru kita dapat menggunakan metode yang tepat untuk melakukan perhitungan daya dukung pondasi. Pelaksanaan dan pengujian laboratorium yang baik akan membantu dan merencanakan jenis dimensi pondasi yg sesuai pada lokasi proyek
- 2 Hendaknya dilakukan analisa daya dukung pondasi berdasarkan data Sondir sebagai pembanding dari analisa penulis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E., 1991, *Anallisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, M. B., 1941, *Principles of Foundation Engineering Fourt Edition*, California State University, Sacramento
- Hardiyatmo , H. C., 2002, *Teknik pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta. ITB, Bandung.
- Prakash Shamser and Sharma, D.H., 1990, *Pile Foundations in Engineering practice*, Canada
- Sosarodarsono, S . dan Nakazawa, K., 1983, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradya Paramita , Jakarta
- Zubeirsyah, S.U dan Nurhayati, 2006, *Bahasa Indonesia dan Teknik penyusunan Karangan Ilmiah*, Universitas Sumatera Utara
- RSNI-T-02-2005-Standart Pembebanan untuk jembatan
- Poulos, H. G. & Davis, E. H. 1968, *The Settlement Behaviour of Single Axially Loaded Incompressible Piles and Piers*, *Geotechnique*, Hardiyatmo, H. C