

# ANALISA FAKTOR KEAMANAN TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN DERMAGA SIMANINDO KABUPATEN SAMOSIR

**Bangun Pasaribu, Jupriah Sarifah, Ahmad Fidel Rifky**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

[bangun@ft.uisu.ac.id](mailto:bangun@ft.uisu.ac.id); [jupriah.sarifah@gmail.com](mailto:jupriah.sarifah@gmail.com); [Ahmadfidel1@gmail.com](mailto:Ahmadfidel1@gmail.com)

## Abstrak

*Dermaga diketahui suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik- turunkan penumpang. Struktur awal dari pembangunan dermaga adalah pondasi, pondasi yang dipakai pada pembangunan proyek Dermaga Simanindo Kabupaten Samosir adalah pondasi tiang pancang. Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah. Pada pembangunan proyek Dermaga Simanindo Kabupaten Samosir, jenis tiang pancang yang dipakai adalah tiang pancang baja (steel pile) dengan diameter 508 mm, dengan tebal 12 mm, dan tebal plat 10 mm. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa faktor keamanan ( $F_s$ ), diketahui dengan cara perhitungan daya dukung dengan (metode hiley) dan perhitungan besarnya pembebanan pada platform. Daya dukung yang sangat signifikan diantara tiang pancang yang berdekatan pada tiang pancang titik no. 1 (113, 00 ton) dengan tiang pancang titik no.2 (156, 63 ton). Sedangkan daya dukung tiang pancang yang mempunyai daya dukung yang hampir sama pada tiang pancang titik no. 6 (117,35 ton) dengan tiang pancang titik no. 14 (117,46 ton). Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang yang dibandingkan dengan beban yang akan dipikul, dari semua perhitungan  $F_s$  bahwa  $F_s$  yang paling besar berada pada tiang pancang titik no. 12 ( $F_s=2,74$ ), sedangkan  $F_s$  yang paling terkecil berada pada tiang pancang titik no. 1 ( $F_s=1,96$ ). Dan bila ditinjau dari hasil perhitungan keseluruhan tiang pancang masih berada pada zona aman.*

**Kata-Kata Kunci :** Dermaga, Pondasi, Tiang Pancang, Faktor Keamanan.

## I. PENDAHULUAN

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik- turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan menambat serta melakukan kegiatan dipelabuhan dengan aman, cepat dan lancar (Triadmojo, B., 2010).

Dermaga dibangun untuk melayani kebutuhan tertentu. Pemilihan tipe dermaga tergantung pada jenis kapal yang dilayani kapal penumpang atau barang yang bisa berupa barang satuan dan ukuran kapal, kondisi topografi dan tanah dasar danau, Tipe dermaga dipilih yang paling sesuai sehingga biaya pembangunannya seekonomis mungkin (Triadmojo, B., 2010).

Pembangunan dermaga Simanindo Samosir merupakan salah satu bagian dari pembangunan dermaga *multipurpose* yang dibangun "Seiring dengan kebutuhan penyeberangan antar pulau", dermaga ini sangat strategis dalam rangka menciptakan keterhubungan masyarakat khususnya di kawasan Danau Toba sehingga diharapkan juga dapat meningkatkan ekonomi masyarakat setempat.

Pondasi yang dipakai dipembangunan Dermaga Simanindo Kabupaten Samosir ini adalah pondasi tiang pancang, pondasi merupakan struktur dasar pada suatu bangunan yang berfungsi untuk

meneruskan beban dari atas struktur/bangunan ke lapisan tanah dibawahnya. Maka dari itu pondasi harus direncanakan sedemikian rupa sehingga pondasi mampu untuk menahan semua beban, baik beban vertikal akibat beban sendiri struktur dermaga dan seluruh beban diatas bangunan serta harus mampu menahan beban horizontal akibat gaya lateral, tiang pancang selain dirancang untuk menahan beban-beban aksial, juga harus dirancang untuk menahan beban horizontal atau lateral. Untuk menahan gaya lateral yang cukup besar akibat kondisi lingkungan (arus, gelombang, gempa) dan operasi kapal (*berthing, mooring*), dapat dilakukan dengan pemasangan tiang pancang miring.

Sementara untuk meninjau daya kekuatan tiang pancang adalah dengan menghitung beban secara keseluruhan dari tiang pancang yang memiliki beban terpusat, dengan cara menghitung faktor keamanan dimana ditinjau dengan menghitung secara keseluruhan (beban mati+beban gempa+beban hidup).

Adapun maksud dari penulisan ini adalah untuk memahami faktor keamanan tiang pancang dengan menghitung daya dukung tiang pancang pada pembangunan dermaga Simanindo Samosir.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan baja, yang digunakan untuk meneruskan

(mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah (Bowles, 1991).

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya (Sardjono HS, 1988). Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman > 8 m (Bowles, 1991). Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam. Dalam pelaksanaan pemancangan pada umumnya dipancang tegak lurus dalam tanah, tetapi ada juga dipancang miring (*battle pile*) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja. Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya.

Secara umum, fondasi dalam (deep foundation) mengacu kepada fondasi dengan kedalaman melebihi dari 4.0 m. Meskipun demikian definisi-definisi lain bisa saja ada. Dalam makalah ini, fondasi dalam yang akan dibicarakan adalah fondasi yang tergolong sebagai fondasi tiang. Fondasi kaisan, juga termasuk dalam kategori fondasi dalam, tapi tidak dibicarakan, karena biasanya untuk bangunan tinggi di Indonesia hampir tidak pernah menggunakan fondasi kaisan. Diaphragm wall, sheet pile juga ada yang menggolongkannya

## 2.2 Tiang Pancang Baja

Kebanyakan tiang pancang baja ini berbentuk profil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang 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.

1. Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda-beda terhadap texture tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah.
2. Pada tanah yang memiliki *texture* tanah yang kasar/kesap, maka karat yang terjadi karena adanya sirkulasi air dalam tanah tersebut hampir mendekati keadaan karat yang terjadi pada udara terbuka.
3. Pada tanah liat (*clay*) yang mana kurang mengandung oksigen maka akan menghasilkan tingkat karat yang mendekati keadaan karat yang terjadi karena terendam air.
4. Pada lapisan pasir yang dalam letaknya dan terletak dibawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oksigen maka

lapisan pasir tersebut juga akan akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.

Pada umumnya tiang pancang baja akan berkarat di bagian atas yang dekat dengan permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena *Aerated-Condition* (keadaan udara pada pori-pori tanah) pada lapisan tanah tersebut dan adanya bahan-bahan organis dari air tanah. Hal ini dapat ditanggulangi dengan memoles tiang baja tersebut dengan (coal tar) atau dengan sarung beton sekurang-kurangnya 20" ( $\pm$  60 cm) dari muka air tanah terendah.

Karat /korosi yang terjadi karena udara (atmosphere corrosion) pada bagian tiang yang terletak di atas tanah dapat dicegah dengan pengecatan seperti pada konstruksi baja biasa.

## 2.3 Peralatan Pemancangan (*Driving Equipment*)

Untuk memancarkan tiang pancang ke dalam tanah digunakan alat pancang. Pada dasarnya alat pancang terdiri dari tiga macam, yaitu :

### 1. *Drop Hammer*

*Drop hammer* merupakan palu berat yang diletakan pada ketinggian tertentu di atas tiang palu tersebut kemudian dilepaskan dan jatuh mengenai bagian atas tiang, untuk menghindari menjadi rusak akibat tumbukan ini, pada kepala tiang dipasangkan semacam topi atau cap sebagai penahan energi atau shock absorber. Biasanya cap dibuat dari kayu.

### 2. *Diesel Hammer*

Alat pemancang tiang tipe ini berbentuk lebih sederhana dibandingkan dengan hammer lainnya. Diesel hammer memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston, atau ram, tangki bahan bakar, tangki pelumas, pompa bahan bakar, injector, dan mesin pelumas.

### 3. *Hydraulic Hammer*

Cara kerja hammer ini adalah berdasarkan perbedaan tekanan pada cairan hidrolis. Salah satu hammer tipe ini dimanfaatkan untuk memancang fondasi tiang baja H dan fondasi lempengan baja dengan cara dicengkram, didorong dan ditarik. Alat ini baik digunakan jika ada keterbatasan daerah operasi karena tiang pancang yang dimasukan cukup pendek. Untuk memperpanjang tiang maka dilakukan penyambungan pada ujung-ujungnya.

Bagian-bagian yang paling penting pada alat pancang adalah pemukul (*hammer*), leader, tali atau kabel dan mesin uap.

## 2.4 Perhitungan Daya Dukung Dengan Kalendering (Rumus Hiley)

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dengan menggunakan rumus dinamis (Hiley).

$$R = \frac{2WH}{S+K} \cdot \frac{W+N^2P}{W+P}$$

Keterangan :

R = Kapasitas daya dukung batas (ton)

- W= Berat palu atau ram (ton)
- P = Berattiang pancang (ton)
- H = tinggi jatuh ram
- S = Penetrasi tiang pancang pada saat penumbukan terakhir, atau “set” (cm)
- K = Rata-rata Rebound untuk 10 pukulan terakhir (cm)
- N= Koefisien restitusi

**2.5 Metode Kalendering Pemancangan Tiang Pancang.**

Secara umum kalendering digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang (beton maupun pipa baja) untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Alat pancang disini bisa berupa diesel hammer maupun hydraulic hammer. Biasanya kalendering dalam proses pemancangan tiang pancang merupakan item wajib yang harus dilaksanakan dan menjadikan laporan untuk proyek. Sebagitambahan selain kalendering dilakukan pengecekan dengan PDA test. Perhitungan kalendering menghasilkan output yang berupa daya dukung tanah dalam Ton.

Sebelum dilaksanakan kalendering biasanya juga dilakukan monitoring pemukulan saat pemancangan yaitu untuk mengetahui jumlah pukulan tiap meter dan total sebagai salah satu bentuk data yang dilampirkan beserta hitungan kalendering. Untuk itu sebelumnya tiang pancang yang akan dipancang diberikan skala terlebih dahulu tiap meternya menggunakan penanda misalnya cat semprot /philox. Untuk mengitungnya disediakan terlebih dahulu counter agar mudah dalam menghitung jumlah pukulan tiap meter dan totalnya.

Tahapan pelaksanaanya yaitu:

1. Saat kalendering telah ditentukan dihentikan pemukulannya oleh hammer
2. Memasang kertas millimeter block pada tiang pancang menggunakan selotip
3. Menyiapkan spidol yang ditumpu pada kayu, kemudianmenempelkan ujung spidol pada kertas millimeter
4. Menjalankan pemukulan
5. Satu orang melakukan kalendering dan satu orang mengawasi serta menghitung jumlah pukulan
6. Setelah 10 pukulan kertas millimeter diambil
7. Tahap ini bisa dilakukan 2-3kali agar memperoleh grafik yang bagus
8. Usahakan kertas bersih, karena kalau menggunakan diesel hammer biasanya kena oli dan grafiknya jadi kurang valid karena tertutup oli.
9. Setelah tahapan selesai hasil kalendering ditanda tangani kontraktor, pengawas, dan direksi lapangan untuk selanjutnya dihitung daya dukungnya.

**2.6 Faktor Keamanan**

Untuk memperoleh kapasitas ujung tiang, maka diperlukan suatu angka pembagi kapasitas ultimate yang disebut dengan faktor aman (keamanan) tertentu. Faktor keamanan ini perlu diberikan dengan maksud :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas – batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas-batas toleransi.

Sehubungan dengan alasan butir (d) dari hasil banyak pengujian - pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm). penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2, 5.

Reese dan O’Neill (1989) menyarankan pemilihan faktor aman (F) untuk perancangan pondasi tiang (Tabel 2.5), yang dipertimbangkan faktor - faktor sebagai berikut :

1. Tipe dan kepentingan dari struktur.
2. Variabilitas tanah (tanah tidak *uniform*).
3. Ketelitian penyelidikan tanah .
4. Tipe dan jumlah uji tanah yang dilakukan.
5. Ketersediaan tanah ditempat (uji beban )
6. Pengawasan/kontrol kualitas di lapangan.
7. Beban desain aktual yang terjadi selama beban layanan struktur.

**Tabel 1. Faktor Aman Yang Disarankan (Reese & O’Neill, 1989)**

Faktor Keamanan					
Klasifikasi	Kontrol Struktur	Kontrol Baik	Kontrol Buruk	Kontrol Jelek	Kontrol S. Jelek
Monumenta	2,3	3	3,5	4	
Permanen	2,9	3	3,5	3,6	
Sementara	2,9	3	3,3	3,8	

Rumus Perhitungan Faktor Kemanan (FS) adalah:

$$F = \frac{\text{Daya dukung tiang}}{(\text{Beban Mati} + \text{Beban Hidup} + \text{Beban Gempa})}$$

**2.7 Pembebanan pada Platform**

Beban yang dipikul oleh Platform adalah:

- Beban mati/berat sendiri  
Berat sendiri merupakan berat dari beban – beban mati yang secara permanen dan konsta selama waktu hidup kontruksi yaitu beban pelat, balok memanjang dan melintang, serta poer. Untuk beban pelat, pertama dihitung beban terbagi ratanya pada setiap luasan pelat,

kemudian dicari beban terbagi rata ekuivalensinya yang akan diterima pada balok. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pelaksanaan analisa strukturnya. Pada balok, beban terbagi ratanya tergantung dari beban yang direncanakan, dan begitu juga dengan poer. Kemudian jumlah beban dari beban mati ditotalkan secara keseluruhan. (Berat tiang pancang + Berat poer + Berat isi tiang + Berat balok melintang + Berat balok memanjang + Berat plat lantai)

- **Beban hidup**  
Beban yang diakibatkan oleh beban hidup yang ada diatas dermaga, dipengaruhi oleh beban orang, beban truk, Dan sesuai fungsi *platform* pada pembangunan dermaga Simanindo Kabupaten Samosir adalah sebagai tempat parkir kendaraan maka kendaraan maksimum pada tempat tersebut adalah kendaraan truk berat. Untuk beban roda maksimum pada truck berat adalah ( $\frac{75\% \cdot \text{berat kendaraan}}{2}$ ). Sesuai Dengan Ditjen Bina Marga, No.01/MN/BM/1983 Dan Permenhub.NO.14 Tahun 2017.

#### Beban gempa

- Beban gempa ditentukan berdasarkan data gempa pada lokasi dermaga yang mengacu pada SNI-1726-2002 dengan menggunakan peta zonasi gempa Indonesia. Untuk rumus perhitungan beban gempa adalah .

Beban gempa : (1,6 x Jumlah beban mati ) .

#### 2.8 Alasan Pemilihan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang dapat memikul beban struktur atas pada kedalaman tanah keras yang dalam dengan memikul beban menggunakan gaya gesekan selimut tiang dan terhadap tanah keras. Apabila kondisi tanah cukup labil dan tanah keras berada pada kedalaman tertentu dimana tidak memungkinkan untuk dibuat pondasi dangkal, selain itu pemakaian tiang pancang lebih ekonomis dan tidak memakan banyak waktu dalam pelaksanaannya.

### III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian.

Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung maksudnya adalah peninjauan pencatatan atau pengukuran langsung di lapangan. Yang dimaksud dengan data tidak langsung ialah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data-data guna membantu memenuhi melengkap data.

Adapun penelitian skripsi ini di ambil pada lokasi Simanindo, Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara.

#### 3.1 Data Umum

Data umum dari proyek lanjutan pembangunan dermaga Simanindo Danau Toba Tahap – III adalah sebagai berikut :

1. Nama proyek : Lanjutan pembangunan dermaga Simanindo Danau Toba Tahap – III.
2. Lokasi proyek : Simanindo, Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara.
3. Waktu pelaksanaan : pekerjaan proyek adalah 150 (seratus lima puluh) hari.

#### 3.2 Data Teknis

Data ini diperoleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak konsultan, dengan data sebagai berikut:

1. Pipa baja : Ø 508 mm.
2. Diameter : Ø 508 mm.
3. Tebal tiang pancang baja: 12 mm.
4. Tebal plat : 10 mm.

#### 3.3 Metode Pengolahan Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan penulisan, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

- Tahapan pertama adalah melakukan *review* dan studi keperpustakaan terhadap *text book* dan jurnal-jurnal terkait dengan pondasi tiang, permasalahan pada pondasi tiang, dengan *desain* dan pelaksanaan pemancangan tiang.
- Tahapan kedua adalah meninjau langsung ke lokasi proyek dan menentukan lokasi pengambilan data yang dianggap perlu.
- Tahapan ketiga adalah Pelaksanaan pengumpulan data – data dari pihak konsultan yaitu CV.Rancang Bangun Consultant. Data yang diperoleh adalah :
  1. Data hasil dari kalendering.
  2. Data *as built drawing*.
  3. Data *pile driver record* (PDR).
- Tahap keempat adalah mengadakan analisis data dengan menggunakan data-data diatas berdasarkan formula yang ada.
- Tahapan kelima adalah mengadakan analisis terhadap hasil perhitungan yang dilakukan dan membuat kesimpulan.

### IV. ANALISA DAN PERHITUNGAN

#### 4.1 Jenis Tiang Pancang.

Jenis tiang pancang pada pembangunan dermaga Simanindo Kabupaten Samosir, berjenis tiang pancang baja (*steel pile*) dengan diameter 508 mm, dengan tebal 12 mm, dan tebal plat 10 mm. Tipikal sambungan tiang pancang baja dengan cara

dilas keliling, Gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan sambungan las dan bagian bagian tiang.

Kedalaman pemancangan pada pembangunan dermaga Simanindo Kabupaten Samosir, dihitung dengan data pendukung yaitu data kalendering dan data *pile drive record* (PDR).

#### 4.2 Kedalaman Pemancangan

Tabel 2. *Pile Driving Record* (PDR)

Pile No	Pile Diameter (mm)	Rake	Pile Length (m)	Seabed Elevasi (m)	Pile Top Elevasi (m)	Pile Tip Elevasi (m)
1	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	0,75	40,50	38,80
2	508	Vertical	Top : 18 Middle : 9 Bottom : 13,7 Total : 40,70	0,8	40,2	38,47
3	508	Vertical	Top : 18 Middle : 9 Bottom : 13,17 Total : 40,17	0,9	39,67	37,77
4	508	Vertical	Top : 18 Middle : 9 Bottom : 14,67 Total : 41,67	1,105	41,17	39,02
5	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	1,20	40,5	38,38
6	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	1,3	40,00	37,65
7	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	1,05	40,00	37,95
8	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	0,95	40,00	37,96
9	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	0,65	39,70	38,05
10	508	Vertical	Top : 27 Middle : 9 Bottom : 9 Total : 45	0,55	39,65	38,00
11	508	Vertical	Top : 18 Middle : 9 Bottom : 13,5 Total : 40,50	1,15	39,55	37,40
12	508	Vertical	Top : 18 Middle : 9 Bottom : 13 Total : 40	1,00	39,05	37,05
13	508	Vertical	Top : 18	0,85	39,08	37,28

			Middle : 9			
			Bottom : 13			
			Total : 40			
14	508	Vertical	Top : 18	0,90	38,85	36,95
			Middle : 9			
			Bottom : 12,93			
			Total : 39,93			

### 4.3 Data Kalendering

Untuk menghitung kapasitas tiang pancang berdasarkan data kalendering dengan menggunakan rumus metode Hiley.

$$= \left( R = \frac{2WH}{S+K} \cdot \frac{W+N^2P}{W+P} \right)$$

Daya dukung.

a) *Pile no 1*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,8+1,9} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 113,00 Ton.

b) *Pile no 2*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,6+1,5} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,973}{4,5+5,973}$$

= 156,63 Ton.

c) *Pile no 3*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 160}{0,5+1,7} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,896}{4,5+5,896}$$

= 150,14 Ton.

d) *Pile no 4*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 160}{0,8+1,7} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,116}{4,5+6,116}$$

= 130,58 Ton.

e) *Pile no 5*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 160}{0,8+1,5} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 138,43 Ton.

f) *Pile no 6*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,7+1,9} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 117,35 Ton.

g) *Pile no 7*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,6+2,4} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 106,13 Ton.

h) *Pile no 8*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,3+2,0} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 132,65 Ton.

i) *Pile no 9*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,4+1,9} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 132,65 Ton.

j) *Pile no 10*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,4+1,6} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 6,605}{4,5+6,605}$$

= 129,56 Ton.

k) *Pile no 11*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,7+2,0} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,944}{4,5+5,944}$$

= 116,92 Ton.

l) *Pile no 12*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 160}{0,5+1,6} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,871}{4,5+5,871}$$

= 157,50 Ton.

m) *Pile no 13*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,3+2,0} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,871}{4,5+5,871}$$

= 137,80 Ton.

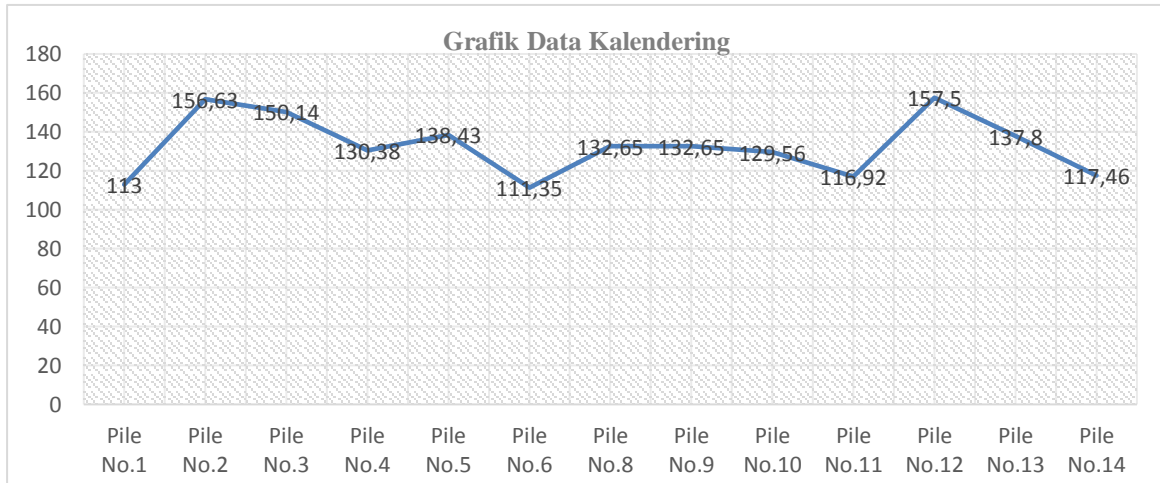
n) *Pile no 14*

$$R = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 180}{0,4+2,3} \cdot \frac{4,5 + 0,5^2 \cdot 5,860}{4,5+5,860}$$

= 117,46 Ton.

Tabel 3. Kapasitas Tiang

No Pile	W(ton)	H(cm)	S(cm)	C(cm)	N	P(ton)	R(ton)
1	4,5	180	0,8	1,9	0,5	6,605	113,00
2	4,5	150	0,6	1,5	0,5	5,973	156,63
3	4,5	160	0,5	1,7	0,5	5,896	150,14
4	4,5	160	0,8	1,7	0,5	6,116	130,58
5	4,5	160	0,8	1,5	0,5	6,605	138,43
6	4,5	180	0,7	1,9	0,5	6,605	117,35
7	4,5	180	0,6	2,4	0,5	6,605	106,13
8	4,5	180	0,3	2,0	0,5	6,605	132,65
9	4,5	180	0,4	1,9	0,5	6,605	132,65
10	4,5	180	0,4	1,6	0,5	6,605	129,56
11	4,5	180	0,7	2,0	0,5	5,944	116,92
12	4,5	160	0,5	1,6	0,5	5,871	157,50
13	4,5	180	0,3	2,0	0,5	5,871	137,80
14	4,5	180	0,4	2,3	0,5	5,860	117,46



Gambar 1. Grafik data kalendering

#### 4.4 Besarnya Pembebanan Pada Platform.

Dalam pembebanan pada konstruksi perlu diperlukan beban mati, beban hidup, dan beban gempa sebagai berikut, perhitungan diambil dari tiang pancang yang memiliki beban terpusat atau memiliki beban yang paling besar :

##### 4.4.1 Beban Mati.

- Berat tiang pancang  
Untuk berat tiang pancang yang berdiameter 508 mm adalah :  
 $\phi 508 = 147,7 \text{ kg/m}$ .  
Panjang 1 titik tiang pancang : 45 m.  
Berat =  $45 \text{ m} \times 147,7 \text{ kg/m} = 6,646 \text{ ton}$ .

- Berat poer  
Untuk perhitungan berat poer dengan :  
Volume =  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^3$ .  
Berat = Volume x  $\gamma$  beton  
( $0,4 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ ton/m}^3$ ) = 0,96 ton.

- Berat isi tiang  
Untuk menghitung berat isi tiang dengan :  
 $A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$   
 $= \frac{1}{4} \times (3,14) \times (0,484)^2$   
 $= 0,183 \text{ m}^2$   
Volume =  $A \times T$   
 $= (0,183 \text{ m}^2 \times 1,6 \text{ m})$   
 $= 0,292 \text{ m}^3$   
Berat = Volume x  $\gamma$  beton  
 $= (0,292 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ ton/m}^3)$   
 $= 0,785 \text{ ton}$ .

- Berat balok melintang  
Untuk menghitung berat balok melintang dengan :  
Volume =  $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^3$ .

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma \text{ beton} \\ &= (0,75 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ ton/m}^3) \\ &= 1,8 \text{ ton}. \end{aligned}$$

- Berat balok memanjang

Untuk menghitung berat balok memanjang dengan :

$$\text{Volume} = 0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma \text{ beton} \\ &= (0,75 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ ton/m}^3) \\ &= 1,8 \text{ ton}. \end{aligned}$$

- Berat plat lantai

Untuk menghitung berat plat lantai dengan :  
Volume =  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 2,7 \text{ m}^3$ .

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma \text{ beton} \\ &= (2,7 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ ton/m}^3) \\ &= 6,48 \text{ ton}. \end{aligned}$$

- Jumlah beban mati

(Berat tiang pancang + Berat poer + Berat isi tiang + Berat balok melintang + Berat balok memanjang + Berat plat lantai)  
( $6,646 \text{ ton} + 0,96 \text{ ton} + 0,785 \text{ ton} + 1,8 \text{ ton} + 1,8 \text{ ton} + 6,48 \text{ ton}$ ) = 18,471 ton.

##### 4.4.2 Beban Hidup.

- Sesuai fungsi platform adalah sebagai tempat parkir kendaraan maka kendaraan maksimum pada tempat tersebut adalah kendaraan truk berat. Untuk beban roda maksimum pada truck berat adalah ( $\frac{75\% \cdot \text{berat kendaraan}}{2}$ ). Beban maksimum truck berat adalah 25 ton, Maka :  
( $\frac{75\% \cdot 25}{2}$ ) = 9,75 ton.

**4.4.3 Beban Gempa.**

- Beban gempa ditentukan berdasarkan data gempa pada lokasi dermaga yang mengacu pada SNI-1726-2002 dengan menggunakan peta zonasi gempa Indonesia. Untuk rumus perhitungan beban gempa adalah :  
 Beban gempa : (1,6 x Jumlah beban mati),  
 maka:  

$$= (1,6 \times 18,471 \text{ ton})$$

$$= 29,553 \text{ ton.}$$

**4.4.4 Total Beban**

- Total = ( Beban mati + beban hidup + beban gempa )  

$$= (18,471 \text{ ton} + 9,375 \text{ ton} + 29,553 \text{ ton})$$

$$= 57,399 \text{ ton}$$

**Tabel 4. Analisis beban mati pada dermaga.**

NO	Beban Mati	Berat Beban
1	Berat tiang pancang $\phi$ 508 mm	6,646 Ton
2	Berat <i>Poer</i>	0,96 Ton
3	Berat isi tiang	0,785 Ton
4	Berat balok melintang	1,8 Ton
5	Berat balok memanjang	1,8 Ton
6	Berat plat lantai	6,48 Ton

**Tabel 5. Analisis beban hidup (LL) pada dermaga.**

NO	Beban Hidup	Berat Beban
1	Beban truck	9,375 Ton

**Tabel 6. Analisis beban gempa pada dermaga.**

NO	Beban Gempa	Berat Beban
1	Akibat Gempa	29,553 Ton

**4.4.5 Faktor Keamanan.**

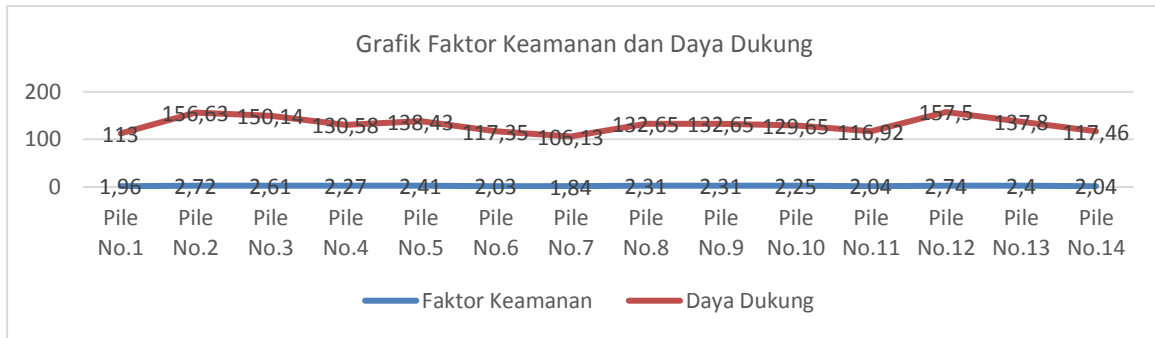
- Rumus faktor keamanan pada konstruksi dermaga adalah :

- $$F = \frac{\text{Daya dukung tiang}}{\text{total beban}}$$
- a) Pile no 1  
 $F = \frac{113,00}{57,399} = 1,96$
  - b) Pile no  
 $F = \frac{156,63}{57,399} = 2,72$
  - c) Pile no 3  
 $F = \frac{150,14}{57,399} = 2,61$
  - d) Pile no 4  
 $F = \frac{130,58}{57,399} = 2,27$
  - e) Pile no 5  
 $F = \frac{138,43}{57,399} = 2,41$
  - f) Pile no 6  
 $F = \frac{117,35}{57,399} = 2,03$
  - g) Pile no 7  
 $F = \frac{106,13}{57,399} = 1,84$
  - h) Pile no 8  
 $F = \frac{132,65}{57,399} = 2,31$
  - i) Pile no 9  
 $F = \frac{132,65}{57,399} = 2,31$
  - j) Pile no 10  
 $F = \frac{129,56}{57,399} = 2,25$
  - k) Pile no 11  
 $F = \frac{116,92}{57,399} = 2,02$
  - l) Pile no 12  
 $F = \frac{157,50}{57,399} = 2,74$
  - m) Pile no 13  
 $F = \frac{137,80}{57,399} = 2,40$
  - n) Pile no 14  
 $F = \frac{117,46}{57,399} = 2,04$

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Faktor keamanan.**

No Pile	W(ton)	H(cm)	S(cm)	C(cm)	N	P(ton)	R(ton)	Fs
1	4,5	180	0,8	1,9	0,5	6,605	113,00	1,96
2	4,5	150	0,6	1,5	0,5	5,973	156,63	2,72
3	4,5	160	0,5	1,7	0,5	5,896	150,14	2,61
4	4,5	160	0,8	1,7	0,5	6,116	130,58	2,27
5	4,5	160	0,8	1,5	0,5	6,605	138,43	2,41
6	4,5	180	0,7	1,9	0,5	6,605	117,35	2,03
7	4,5	180	0,6	2,4	0,5	6,605	106,13	1,84
8	4,5	180	0,3	2,0	0,5	6,605	132,65	2,31
9	4,5	180	0,4	1,9	0,5	6,605	132,65	2,31
10	4,5	180	0,4	1,6	0,5	6,605	129,65	2,25
11	4,5	180	0,7	2,0	0,5	5,944	116,92	2,02
12	4,5	160	0,5	1,6	0,5	5,871	157,50	2,74
13	4,5	180	0,3	2,0	0,5	5,871	137,80	2,40
14	4,5	180	0,4	2,3	0,5	5,860	117,46	2,04





**Gambar 2. Grafik Faktor Keamanan dan Daya Dukung Tiang Pancang**

## V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Melihat kondisi pemancangan pada kontruksi Dermaga Simanindo Kabupaten Samosir bahwa disetiap tiang pancang mempunyai daya dukung yang berbeda-beda walaupun mempunyai jarak yang berdekatan.
2. Daya dukung yang sangat signifikan diantara tiang pancang yang berdekatan adalah pada tiang pancang titik no.1 (113,00 ton) dengan tiang pancang titik no.2 (156,63 ton).
3. Sedangkan daya dukung tiang pancang yang mempunyai daya dukung yang hampir sama pada tiang pancang titik no.6 (117,35 ton) dengan tiang pancang titik no.14 (117,46 ton).
4. Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang yang dibandingkan dengan beban yang akan dipikul disebut faktor keamanan (Fs).
5. Dari semua perhitungan Fs bahwa Fs yang paling besar berada pada tiang pancang titik no.12 (Fs=2,74), sedangkan Fs yang paling terkecil berada pada tiang pancang titik no.1 (Fs=1,96).
6. Dan bila ditinjau dari hasil perhitungan keseluruhan tiang pancang masih berada pada zona aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bowles, J.E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- [2]. DPU. SNI-1726-2002. *Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [3]. Hardiyatmo, H.C. 2002, *Teknik Pondasi 1. Beta Offset*: Yogyakarta.
- [4]. Hardiyatmo, H.C. 2002, *Teknik Pondasi 2. Beta Offset*: Yogyakarta.
- [5]. Takhdid Rochjati, S. 2015. *Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Hasil Uji Calendering*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Darul Ulum Islamic Center Sudirman, Semarang.
- [6]. Sardjono. H.S. 1984, *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1*. Sinar Wijaya, Surabaya.
- [7]. Sardjono. H.S. 1984, *Pondasi Tiang Pancang Jilid 2*. Sinar Wijaya, Surabaya.
- [8]. Wesley, L.D. 1977, *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [9]. Pintor Tua. S. 2004, *Rekayasa Pondasi I*, Jakarta.
- [10]. Darlina, T., dan Bangun Pasaribu., dan Jupriah, S. 2015, *Rekayasa Pondasi II*, Medan.