

# DESAIN DERMAGA *MULTI PURPOSE TIPE DECK ON PILE* DI PULAU SEMBILAN KABUPATEN SINJAI

Edianto dan Ashury

Departemen Teknik Kelautan Unhas

Email : edyyanto@rocmail.com

## Abstrak

Pelabuhan adalah tempat kapal singgah. Di pelabuhan ada banyak kegiatan yang dilakukan, seperti bongkar muat barang dan penumpang dari kapal. Pemanfaatan Pelabuhan Kambuno yang terletak di Pulau Kambuno, Kabupaten Sinjai sudah tidak efektif lagi. Pelabuhan kecil dan tidak bisa lagi melayani sejumlah kapal dan penumpang yang bertambah setiap hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan suatu dek pada tipe pelabuhan tiang pancang yang terletak di Kabupaten Sinjai. Analisis tersebut meliputi beban kerja, desain ketinggian air, dan dimensi pelabuhan.

Data terdiri dari data primer dan sekunder. Setelah mendapatkan seluruh data yang dibutuhkan, akan dianalisis melalui beberapa tahap desain kapal, menyajikan data angin, menyajikan data topografi, menyajikan data batimetri, dan menyajikan data *hidroceanografi* (gelombang pasang, arus gelombang, gelombang menghasilkan, merancang level air, dan periode pengembalian).

Beban kerja terdiri dari beban hidup dan beban kematian. Berdasarkan analisis, total beban hidup adalah 33,37 ton dan total beban kematian adalah 3,726,44 ton, di mana ketinggian air adalah 1,07 m. Dimensi pelabuhan panjangnya 68 m, dan lebar 8 m. Berdasarkan hasil analisis, dimensi pelat adalah 68m x 8m x 0,30 m, blok 0,50 mx 0,70 m, pile cap adalah 1,00 x 1,00 x 1,00 m, dan tiang dengan diameter 0,4572 m dan tebal 0,012 m

**Key words:** *struktur, pelabuhan, return period, Pulau Kambuno*

## PENDAHULUAN

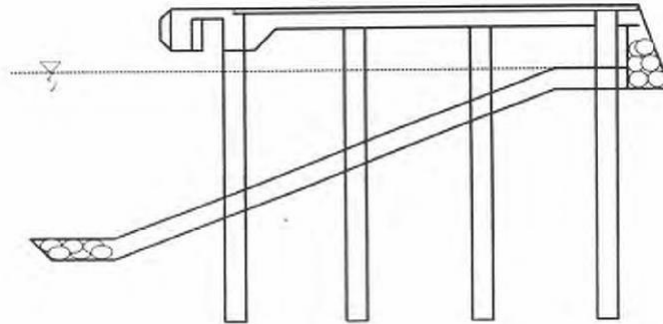
Salah satu unsur yang memegang peranan penting dalam transportasi laut adalah pelabuhan. Bersama dengan unsur-unsur lainnya menciptakan suatu sistem angkutan yang menunjang pertumbuhan ekonomi nasional. Sinjai merupakan salah satu kabupaten yang terdapat di bagian selatan Provinsi Sulawesi Selatan yang berjarak sekitar 223 km dari kota Makassar. Salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Sinjai adalah Pulau Sembilan. Kecamatan ini sebelumnya merupakan kesatuan dari Kecamatan Sinjai Utara, karena bisa berdiri sendiri maka dilakukan pemekaran wilayah sehingga Pulau Sembilan menjadi sebuah kecamatan. Pulau Sembilan terletak di sebelah timur Kecamatan Sinjai Timur. Berada di Teluk Bone sekitar 13 mil laut dari ibu kota kabupaten. Pulau Sembilan merupakan pulau yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar. Sebagian besar hasil perikanan yang dijual di Sinjai maupun di Kabupaten yang berdekatan dengan Sinjai adalah berasal dari Pulau Sembilan. Sampai dengan tahun 2007 jumlah penduduk di Pulau Sembilan sebesar 7.325 jiwa. Kecamatan ini terdiri dari 9 pulau dengan pusat kecamatan berada di Pulau Kambuno. Namun disayangkan, prasarana (pelabuhan) angkutan laut di Pulau Sembilan belum ada. Hal ini mengakibatkan potensi perikanan yang ada di Pulau tersebut belum dapat dimaksimalkan dengan baik. Karena Pulau Kambuno merupakan pusat dari kecamatan Pulau Sembilan, maka pada pulau ini direncanakan adanya pembangunan sarana dan prasarana (pelabuhan) angkutan laut sebagai perintis jalur transportasi laut. Dimana sarana dan prasarana (pelabuhan) terdiri atas dermaga dan fasilitasnya.

Sebuah dermaga akan menerima berbagai macam beban, diantaranya beban gelombang air laut, beban angin, beban arus, beban benturan kapal, berat dermaga, berat fasilitas di atas dermaga, dan sebagainya. Pada tahap perancangan tentunya beban-beban tersebut harus dianalisa oleh perancang.



## STRUKTUR DERMAGA

Pada perencanaan ini dipilih tipe dermaga yaitu *deck on pile*. Struktur *deck on pile* menggunakan tiang pancang sebagai pondasi bagi lantai dermaga. Seluruh beban di lantai dermaga diterima sistem lantai dermaga dan tiang pancang tersebut. Di bawah ini lantai dermaga, kemiringan tanah dibuat sesuai dengan kemiringan alaminya serta dilapisi dengan perkuatan (revetment) untuk mencegah tergerusnya tanah akibat gerakan air yang disebabkan oleh manuver kapal. Untuk menahan gaya lateral yang cukup besar akibat berthing dan mooring kapal, jika diperlukan dapat dilakukan pemasangan tiang pancang miring, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Dermaga Tipe *Deck on Pile*

Dimensi suatu pelabuhan ditentukan berdasarkan panjang dan lebar dermaga, kedalaman kolam pelabuhan dan luas daerah pendukung operasinya. Semua ukuran ini menentukan kemampuan pelabuhan dalam melayani kapal-kapal ikan berlabuh. Ukuran dan bentuk konstruksi menentukan pula besar investasi yang diperlukan, sehingga penentuan yang tepat akan membantu operasional pelabuhan yang efisien.

Gaya-gaya yang bekerja pada dermaga dapat dibedakan menjadi gaya lateral dan vertikal. Gaya lateral meliputi gaya benturan kapal pada dermaga, gaya tarik kapal dan gaya gempa; sedangkan gaya vertikal adalah berat sendiri bangunan dan beban hidup (Bambang Triatmodjo, 2008).

### Beban Horisontal

Pembebanan horizontal pada struktur dermaga dapat dikategorikan sebagai berikut:

#### a. Beban Gelombang

Secara umum persamaan gaya gelombang yang diperhitungkan pada perencanaan dermaga ini terbagi atas dua bagian, yaitu:

##### 1) Beban Gelombang Pada Struktur Tiang

Dalam perhitungan gaya gelombang pada tiang vertikal dengan kondisi gelombang tidak pecah (*non-breaking waves*) digunakan persamaan Morison (1950) yang terdapat dalam Structural Dynamics (*Theory and Applications*)

Total gaya horizontal yang terjadi pada struktur tiang adalah:

$$F_x = F_{d \max} |\cos \omega t| \cos \omega t - F_{i \max} \sin \omega t \quad (1)$$

Dimana:

$$F_{d \max} = \frac{1}{16} \rho g C_d D H^2 \frac{\sinh(2kh) + 2kh}{\sinh(2kh)} F_{i \max} = \frac{\pi}{8} \rho g C_m D^2 H \tanh^2(kh) \quad (2)$$

- $F_x$  = gaya total pada arah x (N)
- $F_{d \max}$  = gaya *drag* maksimum (N)
- $F_{i \max}$  = gaya inersia maksimum (N)
- $\rho$  = berat jenis air laut (=1025 kg/m<sup>3</sup>)
- $g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

- $D$  = diameter tiang pancang (m)  
 $H$  = tinggi gelombang (m)  
 $k$  = bilangan gelombang ( $\frac{2\pi}{L}$ )  
 $L$  = panjang gelombang (m)  
 $C_d$  = koefisien drag ( $C_d = 1$ )  
 $C_M$  = koefisien inersia ( $C_M = 1,7$ )  
 $\omega$  = frekuensi gelombang ( $\frac{2\pi}{T}$ ) (Hz)  
 $T$  = periode gelombang (detik)  
 $t$  = waktu (detik)

## 2) Beban Gelombang Pada Tepi Dermaga

Pada saat tertentu ada kemungkinan tinggi gelombang mencapai elevasi dermaga, oleh karena itu perlu diperhitungkan gaya gelombang terhadap tepi dermaga. Gaya gelombang pada tepi dermaga dituliskan sebagai berikut;

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot H}{2 k \cosh kh} [(\sinh k (h + s + t) - \sinh k (h + s))] \quad (3)$$

Dimana

- $P$  = gaya gelombang pada tepi lantai dermaga (N/m)  
 $\rho$  = berat jenis air laut ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $g$  = percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ )  
 $h$  = kedalaman air laut (m)  
 $H$  = tinggi gelombang (m)  
 $k$  = bilangan gelombang ( $\frac{2\pi}{L}$ )  
 $L$  = panjang gelombang (m)  
 $S$  = Elevasi-HWS-t (m)  
 $t$  = tebal pelat dermaga (m)

## b. Beban Arus

*Drag dan Lift Forces* yang disebabkan oleh perilaku arus dihitung melalui persamaan:

### 1) Drag Forces

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A U^2 \quad (4)$$

### 2) Lift Forces

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \rho A U^2 \quad (5)$$

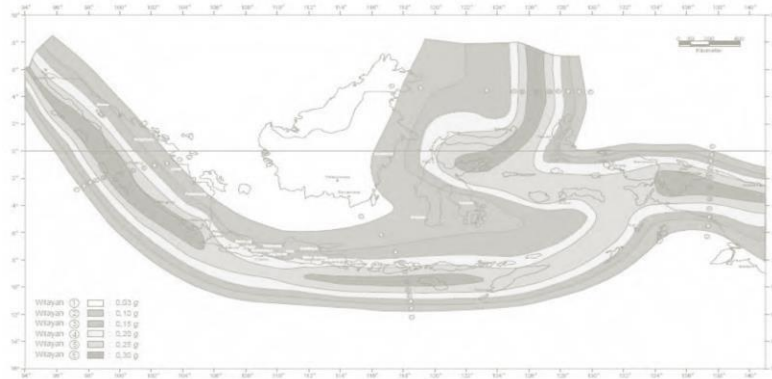
Dimana:

- $F_D$  = gaya *drag* akibat arus (kN)  
 $F_L$  = gaya angkat akibat arus (kN)  
 $A$  = luas penampang yang kena arus ( $\text{m}^2$ )  
 $U$  = kecepatan arus ( $\text{m/s}^2$ )  
 $\rho$  = berat jenis air laut ( $=1.03\text{t/m}^3$ )  
 $C_d$  = koefisien Drag ( $C_d=1$  untuk tiang pancang silinder)  
 $C_L$  = koefisien Lift ( $C_L=2$  untuk tiang pancang silinder)  
 $s$  = bagian yang free

## a. Beban Gempa

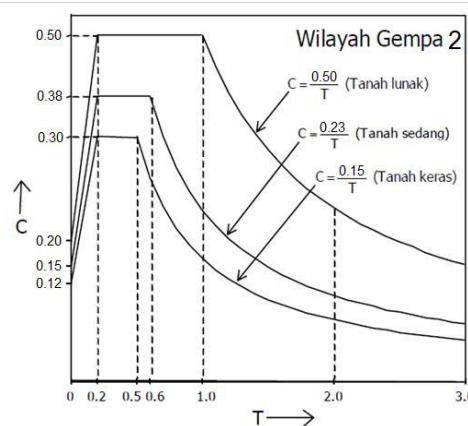
Wilayah gempa di Indonesia dibagi menjadi 6 zona berdasarkan percepatan puncak batuan dasarnya, pembagian zona ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.





**Gambar 2.** Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan

Puncak Batuan Dasar Periode Ulang 500 Tahun (Sumber SNI-1726-2002). Berdasarkan pembagian wilayah gempa di Indonesia terlihat bahwa Pulau Kambuno termasuk dalam zona gempa 2. Nilai faktor respon gempa bisa ditentukan berdasarkan grafik berikut ini.



**Gambar 3.** Respon Spektrum Gempa Rencana untuk Wilayah Gempa 2 (SNI-1726-2002)

Beban gempa dasar diperhitungkan berdasarkan persamaan berikut:

$$V = \frac{C_i}{R} W t \tag{6}$$

Dimana:

- V = Gaya geser nominal total (N)
- $C_i$  = Faktor respon gempa
- I = Faktor keutamaan
- R = Faktor daktalitas
- $W_t$  = Berat total struktur

b. Beban Tumbukan Kapal dan Pemilihan Fender

Untuk menentukan jenis dermaga dan mendesain struktur dermaga, maka diperlukan data-data mengenai gaya tumbukan kapal (*berthing*) dan gaya reaksi dari fender yang digunakan. Analisa dilakukan terhadap kapal terbesar yang akan dilayani dermaga.

1) Beban Tumbukan Kapal / *Berthing*

Gaya *berthing* adalah gaya yang diterima dermaga saat kapal sedang bersandar pada dermaga. Gaya maksimum yang diterima dermaga adalah saat kapal merapat ke dermaga dan membentur dermaga pada sudut  $10^\circ$  terhadap sisi depan dermaga. Gaya benturan diterima dermaga dan energinya diserap oleh fender pada dermaga.

Gaya benturan kapal yang harus ditahan dermaga tergantung pada energi benturan yang diserap oleh sistem fender yang dipasang pada dermaga. Gaya benturan bekerja secara horizontal dan dapat dihitung berdasarkan energi benturan pada tipe fender yang digunakan. Besar energi tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_f = \frac{M_s \cdot V^2}{2} \cdot C_e \cdot C_m \cdot C_s \cdot C_c \quad (7)$$

Dimana:

$E_f$  = energy *berthing* (kNm)

$M_s$  = massa air yang dipindahkan saat kapal berlabuh (ton)

$V$  = kecepatan kapal saat membentur dermaga (m/s)

$C_e$  = koefisien eksentrisitas

$C_m$  = koefisien massa semu

$C_s$  = koefisien kekerasan

$C_c$  = koefisien konfigurasi penambatan

a) Koefisien Eksentrisitas ( $C_e$ )

Koefisien eksentrisitas adalah koefisien yang mereduksi energi yang disalurkan ke fender.

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2} \quad (8)$$

$C_e$  = koefisien eksentrisitas

$l$  = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal seperti terlihat dalam gambar (m)

$r$  = jari-jari putaran di sekeliling pusat berat kapal pada permukaan air dan diberikan oleh gambar (m)

b) Koefisien Massa Semu ( $C_m$ )

Koefisien massa tergantung pada gerakan air di sekeliling kapal, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_m = 1 + \frac{\nabla}{2C_b} \times \frac{u}{B} \quad (9)$$

$$C_b = \frac{\nabla}{L_{pp} B d} \quad (10)$$

Dimana:

$C_b$  = block coefficient

$\nabla$  = volume air yang dipindahkan kapal ( $m^3$ )

$L_{pp}$  = panjang garis air (m)

$B$  = lebar kapal (m)

$d$  = bagian kapal yang tenggelam (m)

c) Koefisien Softness ( $C_s$ ) Koefisien *softness* merupakan koefisien yang mempengaruhi energi bentur yang diserap oleh lambung kapal. Nilai koefisien *softness* diambil sebesar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Beban pada Dermaga



Pada saat tertentu ada kemungkinan tinggi gelombang mencapai elevasi dermaga, oleh karena itu perlu diperhitungkan gaya gelombang terhadap tepi dermaga. Beban Mati (keseluruhan) meliputi pelat, balok, Pile Cap Tipe 1 dan tiang dengan dimensi yang ditunjukkan pada tabel berikut ini

**Tabel 1. Dimensi Pelat**

Dimensi Pelat		
Panjang (l)	68	m
Lebar (b)	8	m
Tebal (t)	0,30	m

Total berat = 391,68 ton

**Tabel 3. Dimensi Balok**

Dimensi Balok		
Panjang	68	m
Lebar (b)	0,55	m
Tebal (t)	0,7	m

Total berat = 3,2 kN

**Tabel 3. Dimensi Pile Cap**

Dimensi Pile Cap		
Tinggi (h)	1,00	m
Panjang (l)	1,00	m
Lebar (b)	1,00	m
Jumlah	54	buah

Total berat = 79,05 ton

**Tabel 4. Dimensi Tiang**

Dimensi Tiang		
Diameter (d)	0,4572	m
Tebal (t)	0,012	m
Jumlah	54	buah

Total berat = 35,31 ton

Beban hidup yang bekerja pada dermaga berupa beban Uniformly Distributed Load (UDL) maksimum, berupa T45. Beban Truk T45 (RSNI T-02-2005) Standar Pembebanan untuk Jembatan).

**Tabel 5. Uniformly Distributed Load (UDL)**

UDL	2,86	ton/m <sup>2</sup>
Lebar Dermaga (b)	8	m
Panjang Dermaga (l)	68	m

Sumber: RSNI T-02-2005



Total berat = 1.555,8 ton

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1. 2016. *Pengertian Pelabuhan Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 1983*. Diakses melalui [hukum.unsrat.ac.id/PP/PP-11-1983.htm](http://hukum.unsrat.ac.id/PP/PP-11-1983.htm). Pada tanggal 12 Agustus. Pada pukul 16.32 WITA. Makassar.
- Anonim 2. 2016. *Pengertian Pelabuhan Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 Tentang Kepelabuhanan*. Diakses melalui [hukum.unsrat.ac.id/PP/PP-11-1983.htm](http://hukum.unsrat.ac.id/PP/PP-11-1983.htm). Pada tanggal 12 Agustus. Pada pukul 16.34 WITA. Makassar.
- Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika. 2010. *Studi Kelayakan dan pemilihan Lokasi Pelabuhan Laut Perintis Di Pulau Kambuno*. Makassar.
- Kramadibrata, Soedjono. 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Novriani, Yuni. 2008. *Desain Dermaga General Cargo dan Trestle Tipe Deck on Pile Di Pelabuhan Pasang Kayu Provinsi Sulawesi Barat*. Bandung.
- SKSNI T-15-1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

