

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Dalam perencanaan suatu pekerjaan konstruksi dibutuhkan dasar-dasar perencanaan agar dapat diketahui spesifikasi yang menjadi acuan dalam perhitungan dan pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

Dasar-dasar perencanaan dibutuhkan juga untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tersebut, masalah-masalah yang akan dihadapi dan cara penyelesaiannya.

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam pelaksanaan suatu pekerjaan dituntut adanya perencanaan yang matang dengan dasar-dasar perencanaan yang baik.

#### **2.2 Pelabuhan Perikanan**

Pelabuhan perikanan adalah pelabuhan yang dibangun untuk memberikan fasilitas bagi kegiatan kapal-kapal ikan dalam melaksanakan kegiatan dan aktifitasnya untuk menangkap ikan-ikan khususnya perikanan air laut.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: PER.16/MEN/2006 tentang Pelabuhan Perikanan, Pelabuhan Perikanan dibagi menjadi 4 kategori utama yaitu :

- PPS (Pelabuhan Perikanan Samudera)
- PPN (Pelabuhan Perikanan Nusantara)
- PPP (Pelabuhan Perikanan Pantai)
- PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan)

Pelabuhan tersebut dikategorikan menurut kapasitas dan kemampuan masing-masing pelabuhan untuk menangani kapal yang datang dan pergi serta letak dan posisi pelabuhan.

Tabel 2.1 Karakteristik Kelas Pelabuhan PPS, PPN, PPP, dan PPI :

No	Kriteria Pelabuhan Perikanan	PPS	PPN	PPP	PPI
1	Daerah operasional kapal ikan yang dilayani	Wilayah laut teritorial, Zona Ekonomi Eksklusif (ZEEI) dan perairan internasional	Perairan ZEEI dan laut teritorial	Perairan pedalaman, perairan kepulauan, laut teritorial, wilayah ZEEI	Perairan pedalaman dan perairan kepulauan
2	Fasilitas tambat/labuh kapal	>60 GT	30-60 GT	10-30 GT	3-10 GT
3	Panjang dermaga dan Kedalaman kolam	>300 m dan >3 m	150-300 m dan >3 m	100-150 m dan >2 m	50-100 m dan >2 m
4	Kapasitas menampung Kapal	>6000 GT (ekivalen dengan 100 buah kapal berukuran 60 GT)	>2250 GT (ekivalen dengan 75 buah kapal berukuran 30 GT)	>300 GT (ekivalen dengan 30 buah kapal berukuran 10 GT)	>60 GT (ekivalen dengan 20 buah kapal berukuran 3 GT)
5	Volume ikan yang didaratkan	rata-rata 60 ton/hari	rata-rata 30 ton/hari	-	-
6	Ekspor ikan	Ya	Ya	Tidak	Tidak
7	Luas lahan	>30 Ha	15-30 Ha	5-15 Ha	2-5 Ha
8	Fasilitas pembinaan mutu hasil perikanan	Ada	Ada/Tidak	Tidak	Tidak
9	Tata ruang (zonasi) pengolahan/pengembangan industri perikanan	Ada	Ada	Ada	Tidak

(23 Juli 2007, [www.dkp.go.id](http://www.dkp.go.id))

### 2.3 Dasar-dasar Perencanaan Pelabuhan Perikanan

Dalam perencanaan pelabuhan perikanan harus diperhatikan pengadaan beberapa fasilitas sebagai berikut :

#### 1. Fasilitas dasar

Fasilitas dasar merupakan fasilitas pokok yang harus ada dan berfungsi untuk melindungi pelabuhan perikanan dari gangguan alam, tempat bongkar ikan hasil tangkapan, dan memuat perbekalan serta tempat labuh kapal-kapal penangkap ikan. Fasilitas dasar ini meliputi :

- a. Pemecah gelombang dan kolam pelabuhan perikanan
- b. Dermaga bongkar, dermaga muat, dan dermaga tambat
- c. Areal daratan pelabuhan perikanan
- d. Jaringan jalan
- e. Jaringan drainase

#### 2. Fasilitas fungsional

Fasilitas ini berfungsi untuk memberikan pelayanan yang diperlukan untuk kegiatan operasional pelabuhan perikanan, yang meliputi fasilitas-fasilitas sebagai berikut ini

- a. Fasilitas produksi
  - Tempat pelelangan ikan
  - Toilet umum
  - Shelter nelayan
- b. Fasilitas perbekalan
  - Pabrik es
  - Tangki BBM
  - Instalasi air bersih
  - Kios KUD/Toserba
- c. Fasilitas pemeliharaan/perbaikan
  - Gudang/garasi alat berat
  - Bengkel
  - Dok/slipway

- Pelataran perbaikan dan penjemuran tangkap (jarring)
  - d. Fasilitas pengolahan
    - Cold storage
    - Balai pengolahan ikan
  - e. Kantor administrasi pelabuhan perikanan
  - f. Balai pertemuan nelayan
  - g. Instalasi listrik
  - h. Sarana komunikasi
  - i. Fasilitas pendukung yang meliputi
    - Gedung utilitas
    - Rumah pompa
    - Rumah jaga
    - Gudang perlengkapan
    - Gudang genset
    - Pagar keliling
3. Fasilitas penunjang
- Merupakan fasilitas tambahan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan pelabuhan perikanan. Fasilitas ini terdiri dari :
- a. Perumahan untuk kepala pelabuhan perikanan, syahbandar, staf, dan mess operator
  - b. Penginapan nelayan
  - c. Tempat ibadah
  - d. Poliklinik
  - e. Kantin
  - f. Pertokoan
  - g. Pasar
  - h. Sarana kebersihan
  - i. Laboratorium bina mutu
  - j. Pusat penelitian dan informasi
  - k. Pusat pelatihan nelayan

4. Lahan pengembangan industri perikanan

Berupa lahan yang disediakan untuk investor yang akan membangun industri perikanan seperti cold storage, pabrik es, pengalengan, pembekuan, pengasapan, dan sebagainya.

5. Lahan pengembangan

Berupa lahan yang disediakan untuk para nelayan, pengusaha kecil yang akan mendirikan industri kecil/tradisional seperti pemindangan, penggaraman, pengasapan, dan sebagainya.

## 2.4 Faktor- faktor Perencanaan Pelabuhan Perikanan

Dalam perencanaan pembangunan pelabuhan perikanan ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan sehubungan dengan kondisi lapangan yang ada, antara lain :

- Topografi dan Situasi
- Angin.
- Pasang surut.
- Gelombang..
- Karakteristik kapal.
- Jumlah produksi ikan hasil tangkapan.

Faktor-faktor tersebut harus sudah diperhitungkan dengan tepat untuk menghasilkan perencanaan pelabuhan yang benar-benar baik.

### 2.4.1 Angin

Angin terjadi karena perbedaan tekanan udara, sehingga udara mengalir dari tempat yang bertekanan rendah. Angin sangat berpengaruh dalam perencanaan pelabuhan karena angin :

- Mengendalikan kapal pada gerbang.
- Memberikan gaya horizontal pada kapal dan bangunan pelabuhan.
- Mengakibatkan terjadinya gelombang laut yang menimbulkan gaya yang bekerja pada bangunan pelabuhan.

- Mempengaruhi kecepatan arus, dimana kecepatan arus yang rendah dapat menimbulkan sedimentasi.

#### 2.4.2 Pasang Surut

Pasang surut terjadi karena adanya gaya tarik benda-benda langit yaitu matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Tinggi pasang surut adalah amplitudo total dari variasi muka air tertinggi (puncak air pasang) dan muka air terendah. Secara garis besar variasi elevasi muka air didefinisikan sebagai berikut :

- 1) HWL (*High Water Level*), yaitu muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- 2) MWL (*Mean Water Level*), yaitu muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
- 3) LWL (*Low Water Level*), yaitu kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.

Permukaan air laut yang sudah berubah berpengaruh terhadap perencanaan kedalaman alur pelabuhan dan elevasi dasar pelabuhan. Kedalaman kolam pelabuhan diperhitungkan terhadap keadaan surut rendah (LWL), draf kapal serta kelonggaran bawah. Elevasi lantai dermaga memperhitungkan terhadap keadaan pasang yang tinggi (HWL), disamping faktor-faktor yang lain seperti kenaikan air (*wave setup*).

#### 2.4.3 Gelombang

Gelombang dapat terjadi karena angin, pasang surut, gangguan buatan seperti gerakan kapal dan gempa bumi. Dalam perencanaan pelabuhan, gelombang yang digunakan adalah gelombang yang terjadi karena angin dan pasang surut.

Pengaruh gelombang terhadap perencanaan pelabuhan antara lain :

- Besar kecilnya gelombang sangat menentukan dimensi dan kedalaman bangunan pemecah gelombang.

- Gelombang menimbulkan gaya tambahan yang harus diterima oleh kapal dan bangunan dermaga.

Besaran dari gelombang laut tergantung dari beberapa faktor, yaitu :

- 1) Kecepatan rerata angin di permukaan air.
- 2) Arah angin.
- 3) Panjang daerah pembangkitan gelombang dimana angin mempunyai kecepatan dan arah konstan.
- 4) Lama hembus angin pada fetch.

Pada perencanaan pelabuhan perikanan diusahakan tinggi gelombang serendah mungkin, dengan pembuatan pemecah gelombang maka akan terjadi defraksi (pembelokan arah dan perubahan karakteristik) gelombang.

#### **2.4.4 Karakteristik Kapal**

Selain data kapal perlu diketahui juga sifat dan fungsi kapal untuk mengetahui ukuran-ukuran teknis pelabuhan.. Satuan kapal diukur dalam GT (*Gross Tonnage*) yaitu jumlah isi dari ruang kapal secara keseluruhan.. Dari ukuran tersebut dapat ditentukan dimensi kapal.

#### **2.4.5 Jumlah Produksi Ikan Hasil Tangkapan**

Data jumlah ikan pada tahun-tahun sebelumnya diperlukan untuk memperhitungkan prediksi jumlah ikan pada tahun yang direncanakan, sehingga dapat diperkirakan jumlah kapal yang bersandar pada dermaga setiap harinya dan untuk menghitung luas lantai bangunan tempat pelelangan ikan (TPI) yang dibutuhkan untuk menampung produksi ikan yang ada. Perkiraan jumlah kapal yang bersandar pada dermaga ini digunakan untuk menentukan panjang dermaga yang harus disediakan, sehingga dapat melayani kebutuhan aktifitas kapal-kapal yang bersandar.

## 2.5 Perencanaan Fasilitas Dasar

### 2.5.1. Kedalaman Alur

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan kedalaman alur ideal yaitu:

$$H = d + G + R + P + S + K$$

(Bambang Triatmodjo, 1996, hal 112)

Dimana :

H = Kedalaman alur pelayaran (meter)

d = *Draft* kapal (meter)

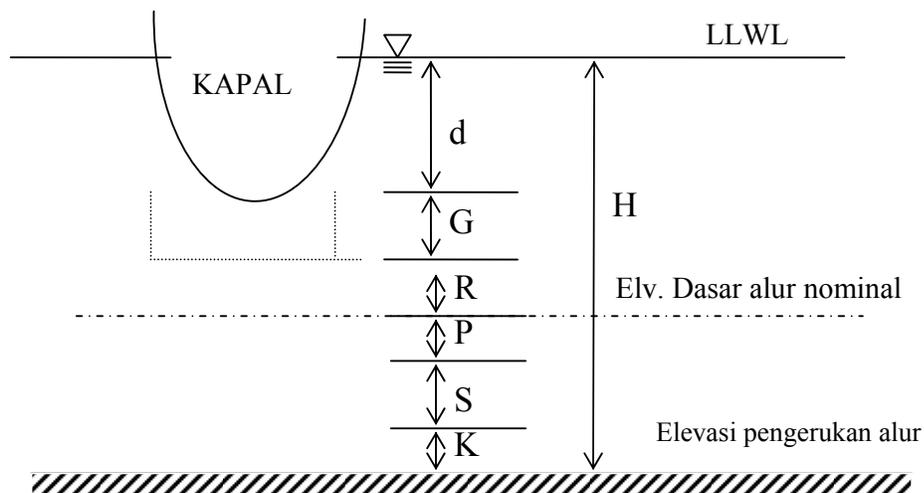
G = Gerak vertikal kapal karena gelombang

R = Ruang kebebasan bersih.

P = Ketelitian pengukuran

S = Pengendapan sedimen antara dua pengerukan

K= Toleransi pengerukan



Gambar 2.1. Kedalaman Alur Pelayaran

### 2.5.2. Lebar Alur Pelayaran

Untuk menentukan lebar alur pelayaran dipengaruhi beberapa faktor :

- Lebar, kecepatan dan gerakan kapal.
- Lalu lintas kapal.
- Kedalaman alur.
- Angin, gelombang dan arus.

Belum ada persamaan yang baku untuk menghitung lebar alur tetapi dalam hal ini ditetapkan berdasarkan lebar kapal dan faktor-faktor yang ada. Jika kapal bersimpangan, maka lebar alur yang digunakan adalah 3 – 4 kali lebar kapal. Jika boleh bersimpangan, lebar alur adalah 6-7 kali lebar kapal.

### 2.5.3. Dermaga

Dermaga berfungsi sebagai tempat membongkar muatan / ikan hasil tangkapan (*unloading*), memuat / mengisi perbekalan (*loading service*) dan berlabuh (*berthing*). Dasar pertimbangan dalam perencanaan dermaga :

- Panjang dan lebar dermaga disesuaikan dengan kapasitas / jumlah kapal yang akan berlabuh.
- Lebar dermaga dipilih sedemikian rupa sehingga paling menguntungkan terhadap fasilitas darat yang tersedia seperti TPI dan gudang dengan masih tetap mempertimbangkan kedalaman air.

#### ➤ Tipe Dermaga

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan tipe dermaga adalah sebagai berikut :

- Beban muatan yang harus dipikul dermaga.
- Ukuran kapal yang akan bersandar.
- Kondisi tanah perairan yang bersangkutan.

Ada dua macam tipe dermaga yaitu :

#### 1. Tipe *Wharf*

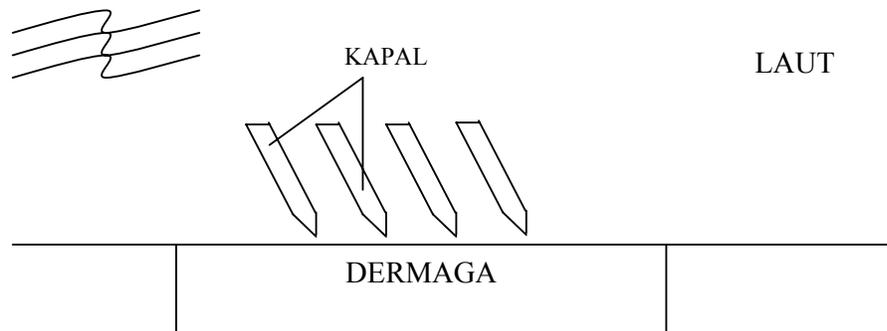
Adalah dermaga yang dibuat sejajar dengan garis pantai dan dapat dibuat berimpit dengan garis pantai atau agak menjorok ke laut.

#### 2. Tipe *Jetty*

Adalah dermaga yang dibangun dengan membentuk sudut terhadap garis pantai.

Pada perencanaan Pelabuhan Perikanan Glagah ini digunakan tipe dermaga berbentuk *wharf* dengan pondasi tiang pancang, dikarenakan :

- Untuk memudahkan transportasi ikan dari kapal ke lokasi TPI tidak terlalu jauh.
- Fungsi dermaga adalah untuk berlabuh kapal-kapal nelayan yang diprediksi untuk 20 tahun mendatang.
- Muatan yang dipikul dermaga tidak terlalu besar karena difungsikan untuk bongkar muat kapal nelayan.
- Daya dukung tanah yang diijinkan berada jauh di dalam tanah.



Gambar 2.2 Bentuk *Wharf*

#### ➤ Panjang Dermaga

Persamaan yang digunakan untuk menentukan panjang dermaga disesuaikan dengan fungsi pelabuhannya, dalam hal ini pelabuhan ikan sehingga digunakan rumus pendekatan panjang dermaga sebagai berikut :

$$LD = \frac{MxB + (M - 1)xB}{W}$$

(Dinas Kelautan dan Perikanan Jateng)

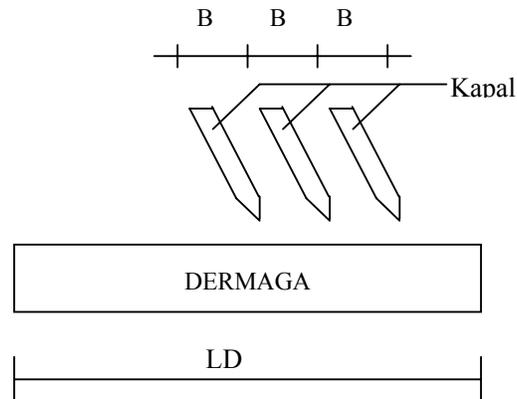
Dimana :

LD= Panjang dermaga (meter )

M = Frekuensi pendaratan kapal / hari

$W$  = Waktu / periode penggunaan dermaga ( jam )

$B$  = Lebar kapal ( meter )



Gambar 2.3 Panjang dermaga

➤ **Lebar Dermaga**

Lebar dermaga yang disediakan untuk bongkar muat ikan disesuaikan dengan kebutuhan ruang yang tergantung pada aktifitas bongkar muat dan persiapan kapal berlayar.

➤ **Beban Rencana**

- Beban horisontal ( *Lateral Loads* )

Beban horisontal yang bekerja pada dermaga terdiri dari gaya benturan kapal saat bersandar dan gaya tarik kapal saat melakukan penambatan di dermaga. Untuk mencegah hancurnya dermaga karena pengaruh benturan kapal, maka gaya benturan kapal diperhitungkan berdasarkan bobot kapal dengan muatan penuh dan dengan memasang fender disepanjang tepi dermaga.

- Beban vertikal ( *Vertical Loads* )

Beban vertikal terdiri dari total beban mati konstruksi dermaga dengan total beban hidup yang bekerja pada konstruksi dermaga tersebut.

### ➤ **Konstruksi Dermaga**

Konstruksi dermaga yang direncanakan pada Perencanaan Pelabuhan Perikanan Glagah ini menggunakan konstruksi beton bertulang. Perhitungan konstruksi dermaga meliputi perhitungan lantai dermaga dan perhitungan balok, yaitu balok tepi, balok memanjang dan balok melintang. Pembebanan yang terjadi pada plat lantai dan balok dermaga meliputi beban mati (*death load*) yang berupa beban sendiri, beban air hujan dan beban hidup (*life load*) yang berupa beban orang, beban gerobak, beban keranjang. Perencanaan beban tersebut berdasarkan peraturan pembebanan yang berlaku dan peraturan perencanaan beton bertulang menggunakan SNI2002.

#### **2.5.4. Pondasi Dermaga**

Dalam perencanaan Perencanaan Perikanan Glagah ini, pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.

Pada umumnya tiang pancang dipancang kedalam tegak lurus ke dalam tanah, tetapi apabila diperlukan untuk dapat menahan gaya-gaya horisontal maka tiang pancang akan dipancang miring. Agar dapat merencanakan pondasi tiang pancang yang benar, maka perlu mengetahui beban – beban yang bekerja pada konstruksi di atas bangunan tersebut.

### ➤ **Perhitungan daya dukung tiang pancang.**

1. Terhadap kekuatan bahan

$$A \text{ tiang} = F_b + nF_e$$

$$P \text{ tiang} = \sigma_b \times A \text{ tiang}$$

$$\sigma_b = 0.33 \sigma_{bk}$$

2. Terhadap pemancangan

Dengan rumus pancang A. Hiley dengan tipe *single acting drop hammer*.

$$R_u = \frac{E_f \times W \times H}{\delta + \frac{1}{2}(C_1 + C_2 + C_3)} \times \frac{W + e^2 \times W_p}{W + W_p}$$

( JE Bowles, hal.322, 1993 )

Dimana:

$E_f$  = efisiensi alat pancang

$W_p$  = berat sendiri tiang pancang

- W = berat *hammer*  
e = koefisien pengganti beton  
H = tinggi jatuh *hammer*  
 $\delta$  = penurunan tiang akibat pukulan terakhir  
C1 = tekanan izin sementara pada kepala tiang dan penutup  
C2 = simpangan tiang akibat tekanan izin sementara  
C3 = tekanan izin sementara  
Ru = batas maksimal beban (ton)

Batas beban izin yang diterima tiang (Pa):

$$P_a = 1/n \times P_u$$

### 3. Terhadap kekuatan tanah

$$Q = \frac{A \cdot q_c}{3} + \frac{JHL \cdot k}{5}$$

( Sardjono H.S, hal. 71, 1988 )

Dimana :

- A = luas tiang pancang  
qc = nilai konus pada kedalaman  
JHL = total friction  
k = keliling tiang pancang

Dari perhitungan daya dukung tiang pancang di atas diambil nilai terkecil.

#### ➤ Perhitungan efisiensi tiang.

$$\text{Efisiensi grup tiang pancang: Eff} = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(n-1)m + (m-1)^n}{m \cdot n} \right\}$$

( Sardjono H.S, hal. 67, 1988 )

Dimana :

- m = jumlah baris  
n = jumlah tiang dalam satu baris  
 $\theta$  = arc tan (d/s)  
d = diameter tiang  
s = jarak antartiang (as ke as)

Dengan memperhitungkan efisiensi, maka daya dukung tiang pancang tunggal menjadi:  $Q = \text{Eff} \times Q \text{ tiang}$

➤ **Perhitungan tekanan pada kelompok tiang (gaya vertikal)**

$$P \text{ beban} = \frac{P_v}{n} \pm \frac{M_y \times X_{\max}}{n_y \times \sum(x^2)} \pm \frac{M_x \times Y_{\max}}{n_x \times \sum(y^2)}$$

( Sardjono H.S, hal. 61,1988 )

Dimana :

N = Banyaknya tiang pancang

X max = Jarak terjauh ditinjau dari sumbu x

Y max = Jarak terjauh ditinjau dari sumbu y

$\Sigma(x^2)$  = Jumlah kuadrat absis tiang pancang

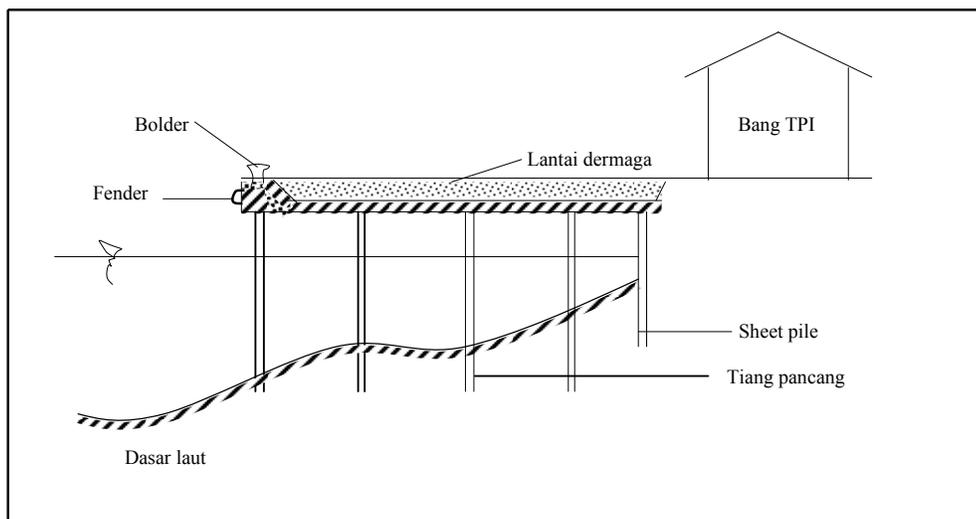
$\Sigma(y^2)$  = Jumlah kuadrat ordinat tiang pancang

Nx = Jumlah tiang pancang tiap baris pada arah x

Ny = Jumlah tiang pancang tiap baris pada arah y

➤ **Penulangan tiang pancang.**

Untuk perhitungan penulangan tiang pancang, diambil pada kondisi momen-momen yang terjadi adalah momen akibat pengangkatan satu titik dan pengangkatan dua titik.



Gambar 2.4 Potongan melintang dermaga

### 2.5.5 Pemecah Gelombang.

Pemecah gelombang (*breakwater*) yang umum digunakan ada dua macam yaitu :

- a. Pemecah gelombang yang dihubungkan dengan pantai (*shore connected breakwater*).
- b. Pemecah gelombang lepas pantai (*off shore breakwater*).

Pemecah gelombang berfungsi untuk melindungi kolam pelabuhan, pantai, fasilitas pelabuhan dari gangguan gelombang yang dapat mempengaruhi keamanan dan kelancaran aktifitas di pelabuhan.

Pemilihan pemecah gelombang ditentukan dengan melihat hal-hal sebagai berikut :

- Bahan yang tersedia di sekitar lokasi.
- Besar gelombang.
- Pasang surut air alut.
- Kondisi tanah dasar lau.
- Peralatan yang digunakan untuk pembuatannya.

Untuk perencanaan bentuk dan kestabilan pemecah gelombang perlu diketahui :

- Tinggi muka air laut akibat adanya pasang surut.
- Tinggi puncak gelombang dari permukaan air tenang.
- Perkiraan tinggi dan panjang gelombang.
- *Run up* gelombang

Pemecah gelombang untuk Perencanaan Pelabuhan Perikanan Glagah direncanakan menggunakan tumpukan batu (*rubble mounds breakwater*) dengan tipe (*shore connected breakwater*), yaitu penahan gelombang yang dihubungkan dengan pantai. Dalam perhitungan dimensinya diambil pada posisi ujung *breakwater* dan pada bagian tengah *breakwater*.

Berat batuan yang digunakan sebagai kontruksi pemecah gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^2 \cot g \theta}$$

(Bambang Triatmodjo, 1996, hal 112)

Dimana :

W = Berat batuan pelindung (ton)

S<sub>r</sub> = Specific gravity =  $\gamma_r / \gamma_w$ .

$\gamma_r$  = Berat jenis batu (ton/m<sup>3</sup>).

$\gamma_w$  = Berat jenis air laut (ton/m<sup>3</sup>).

H = Tinggi gelombang rencana (m).

K<sub>D</sub> = Koefisien stabilitas (tergantung jenis lapis pelindung).

$\theta$  = Lereng lapis pelindung.

Rumus tersebut di atas hanya berlaku pada keadaan:

- Gerak gelombang tegak lurus *breakwater*.
- Tidak terlalu *overtapping*.

Semakin besar kedalaman, besar dan kekuatan gelombang semakin berkurang maka semakin bertambah kedalaman ukuran batu yang digunakan semakin kecil.

Dalam menentukan elevasi puncak *breakwater* digunakan rumus :

$$\text{Elv} = \text{HWL} + \text{Ru} + 0,5$$

( Bambang Triatmodjo, hal. 143, 1996 )

Dimana :

HWL = Muka air tinggi.

Ru = *Runup* ( tinggi rambat gelombang saat membentur *breakwater* )

0,5 = Tinggi kebebasan aman dari *runup* maksimal.

Penentuan elevasi lebar puncak *breakwater* dihitung dengan rumus :

$$B = n K \Delta \left[ \frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

( Bambang Triatmodjo. 1996 hal.137)

Dimana :

- B = Lebar puncak.  
n = Jumlah butir batu (min = 3).  
KΔ = Koefisien lapis pelindung.  
W = Berat butir pelindung.  
γr = berat jenis batu pelindung.

Untuk menentukan tebal lapisan pelindung digunakan rumus :

$$t = n K \Delta \left[ \frac{W}{\gamma r} \right]^{1/3}$$

(Bambang Triatmodjo. 1996 hal.138)

Dimana :

- t = Tebal lapis pelindung  
n = Jumlah butir batu (min = 3).  
KΔ = Koefisien lapis pelindung.  
W = Berat butir pelindung.  
γr = berat jenis batu pelindung.

Jumlah butir batu tiap satu luasan dihitung :

$$N = A n K \Delta \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \left[ \frac{\gamma r}{W} \right]^{2/3}$$

(Bambang Triatmodjo. 1996 hal.138)

Dimana :

- N = Jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A.  
A = Luas permukaan.  
P = Porositas dari lapisan pelindung (%).

### 2.5.6 Fender

Fender dibangun untuk meredam pengaruh benturan kapal dengan dermaga sehingga kerusakan kapal maupun dermaga dapat dihindarkan. Fender ini berfungsi untuk menyerap setengah gaya yang dihasilkan akibat benturan kapal ( $\frac{1}{2} E$ ) dan sisanya ditahan oleh konstruksi dermaga.

Besarnya energi yang terjadi akibat benturan dapat dipakai rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{W.V^2}{2g} C_m.C_e.C_s.C_c$$

(Bambang Triatmodjo, 1996 hal.170)

Dimana :

E = energi kinetik yang timbul akibat benturan kapal ( ton meter )

M = berat kapal ( ton / m/det<sup>2</sup> )

V = kecepatan kapal saat merapat

$\alpha$  = sudut penambatan kapal terhadap garis luar dermaga ( $10^0$ )

g = gaya gravitasi bumi

C<sub>m</sub> = koefisien massa

C<sub>e</sub> = koefisien eksentrisitas

C<sub>s</sub> = koefisien kekerasan (diambil 1)

C<sub>c</sub> = koefisien bentuk dari tambatan (diambil 1)

Khusus untuk kecepatan kapal dapat ditentukan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Kecepatan kapal

Ukuran kapal (GT)	Kecepatan merapat (m/dt)	
	Pelabuhan	Laut terbuka
Sampai 500	0,25	0,30
500 – 10.000	0,15	0,20
10.000 – 30.000	0,15	0,15
Lebih dari 30.000	0,12	0,15

(Bambang Triatmodjo, 1996 hal.170)

Koefisien massa tergantung dari gerakan air disekeliling kapal yang dihitung dengan persamaan :

$$C_m = 1 + \frac{\pi.d}{2Cb.B}$$

(Bambang Triatmodjo, 1996 hal.170)

Dimana :

d = draft kapal (m)

C<sub>b</sub> = koefisien blok kapal

B = lebar kapal (m)

Sedangkan C<sub>b</sub> didapat dari :

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} \cdot B \cdot d \cdot \gamma_o}$$

(Bambang Triatmodjo. 1996 hal.171)

Dimana :

L<sub>pp</sub> = panjang garis air

γ<sub>o</sub> = berat jenis air = 1,025 kg/m<sup>3</sup>

Sedangkan koefisien eksentrisitas adalah perbandingan antara energi sisa dengan energi kinetik kapal yang merapat dan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C_e = \frac{1}{1 + (l/r)^2}$$

(Bambang Triatmodjo. 1996 hal.171)

Dimana :

l = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal →  $l = \frac{1}{4} Lo_a$

r = jari-jari putaran di sekeliling pusat berat kapal pada permukaan air, untuk nilai r didapat dari grafik.

### 2.5.7 Bolder ( Penambat Kapal )

Fungsi *bolder* / penambat adalah untuk menambatkan kapal agar tidak mengalami pergerakan yang dapat mengganggu baik pada aktivitas bongkar maupun lalu lintas kapal yang lainnya.

*Bolder* yang digunakan pada dermaga ini direncanakan dari beton bertulang. Penggunaan jumlah tambatan serta jarak masing-masing *bolder* dapat dihitung dengan menyesuaikan berat kapal atau dengan pendekatan praktis di lapangan.

