

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini dibahas mengenai gambaran perencanaan dan perhitungan yang akan dipakai pada perencanaan pelabuhan ikan di Kendal. Pada perencanaan tersebut digunakan beberapa metode dan perhitungan yang bersumber dari beberapa referensi yang terkait dengan jenis proyek ini dan didasarkan pada kondisi riil di lapangan.

Untuk mendapatkan pelabuhan ikan yang benar-benar layak dan efisien maka semua yang mempengaruhi dalam perencanaan harus dipertimbangkan dengan baik dan terencana.

2.2 Pelabuhan Ikan

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

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pelabuhan ikan yaitu :

- Tempat pelelangan ikan dan fasilitasnya.
- Tempat persediaan fasilitas air tawar dan bahan bakar untuk kapal motor.
- Tempat pelayanan/ reparasi kapal (*slipway*).
- Pabrik/ gudang es.

Ukuran pelabuhan ikan disesuaikan dengan jumlah dan ukuran kapal yang keluar masuk pelabuhan.

2.3 Dasar-dasar Perencanaan Pelabuhan Ikan

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

- Topografi dan Situasi

- Angin.
- Pasang surut.
- Gelombang.
- Sedimentasi.
- Karakteristik kapal.
- Jumlah produksi ikan hasil tangkapan.

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

2.3.1 Angin

Angin adalah sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi. Gerakan udara ini disebabkan oleh perubahan temperatur atmosfer.

Data angin yang kita gunakan berupa data angin jam-jaman, yaitu berupa data arah dan kecepatan angin. Kemudian data ini di olah untuk mendapatkan persentase kejadian angin. Setelah itu di buat gambar *windrose* yang menggambarkan antara kecepatan angin dan persentase kejadian, dan untuk mengetahui arah angin dominan.

2.3.2 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap masa air laut di bumi.

Data pasang surut yang digunakan berupa data pasang surut jam-jaman, dari data ini nantinya dibuat kurva pasang surut. Dari kurva pasang surut tersebut dapat ditentukan beberapa elevasi muka air, yaitu:

- Muka air tertinggi (*high water level, HWL*)
- Muka air laut rata - rata (*mean water level, MWL*)
- Muka air terendah (*low water level, LWL*)

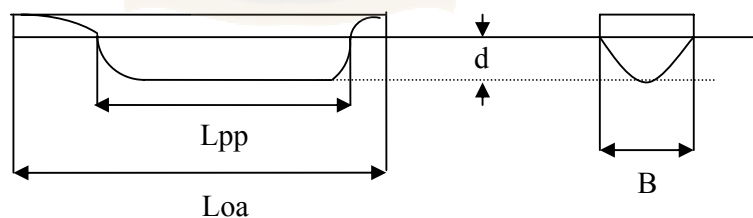
2.3.3 Gelombang

Gelombang dapat terjadi karena angin, gaya tarik matahari dan bulan (pasang surut), gerakan kapal dan letusan gunung berapi atau gempa di laut (*tsunami*).

Data gelombang berasal dari data arah dan kecepatan angin. Data gelombang ini tidak diperoleh secara langsung, tetapi dicari dengan cara perhitungan berdasarkan data angin dengan penentuan panjang *fetch*. Dari perhitungan ini didapatkan tinggi gelombang di laut dalam (H_o) dan periode gelombang (T) dengan bantuan grafik peramalan gelombang (*Bambang Triatmodjo, hal. 102, 1996*). Setelah itu akan dicari tinggi dan periode gelombang pecah yang akan digunakan untuk penentuan tinggi elevasi muka air rencana.

2.3.4 Karakteristik Kapal

Daerah yang diperlukan untuk pelabuhan tergantung pada karakteristik kapal yang akan berlabuh. Kedalaman dan alur pelayaran direncanakan untuk kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan. Kuantitas angkutan (*trafik*) yang diharapkan menggunakan pelabuhan juga menentukan apakah alur untuk satu atau dua jalur.



Gambar 2.1 Dimensi kapal

L_{pp} = Panjang kapal antara kedua ujung *design load water line*

L_{oa} = Panjang kapal dari ujung depan sampai ujung belakang

B = Lebar kapal

D = *Draft*

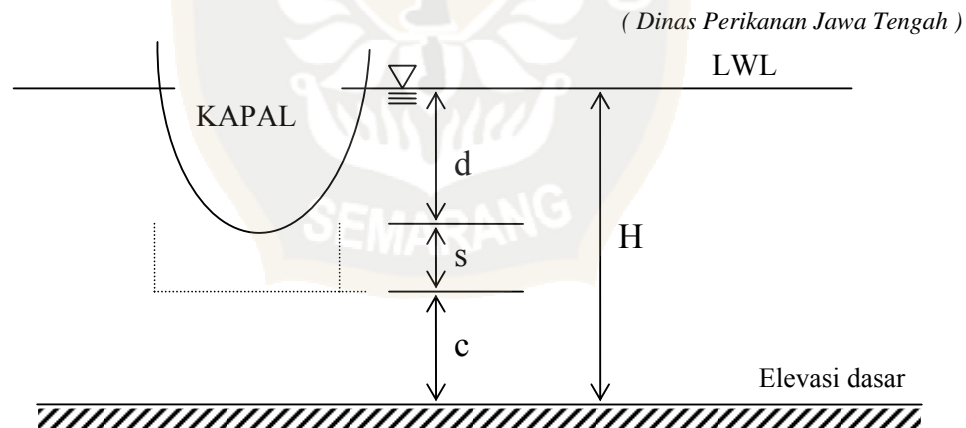
2.3.5 Jumlah Produksi Ikan Hasil Tangkapan

Data- data jumlah ikan pada tahun-tahun sebelumnya diperlukan untuk memprediksikan 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.

2.3.6. Kedalaman Alur Pelayaran

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan kedalaman alur ideal yaitu:

$$H = d + s + c$$



Gambar 2.2 Kedalaman alur pelayaran

Dimana :

H = Kedalaman alur pelayaran (meter)

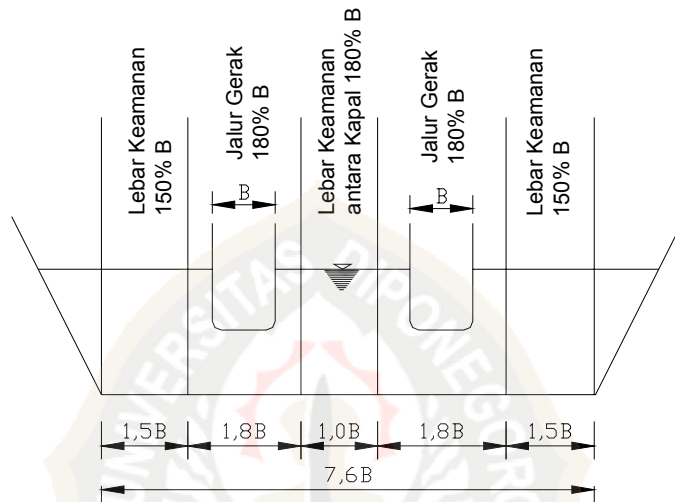
d = *Draft* kapal (meter)

s = Gerak vertikal kapal karena gelombang (toleransi max. 0,5 m)

c = Ruang kebebasan bersih, minimum 0,5 m untuk dasar laut berpasir dan 1,0 m untuk dasar karang.

2.3.7. Lebar Alur Pelayaran

Belum ada persamaan yang baku untuk menghitung lebar alur tetapi dalam hal ini ditetapkan berdasarkan lebar kapal dan faktor-faktor yang ada. Digunakan alur untuk dua jalur, lebar alur adalah 7,6 kali lebar kapal.

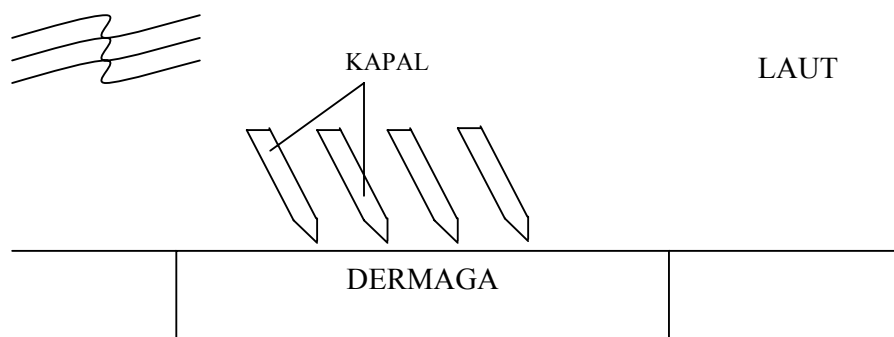


Gambar 2.3 Lebar alur dua jalur

2.3.8. Dermaga

Dermaga berfungsi sebagai tempat membongkar muatan/ ikan hasil tangkapan (*unloading*), mengisi perbekalan (*loading service*) dan berlabuh (*berthing*) untuk keperluan perbaikan kecil pada kapal.

Pada perencanaan pelabuhan ikan di Kendal ini digunakan tipe dermaga berbentuk *wharf* dengan pondasi tiang pancang, untuk memudahkan transportasi ikan dari kapal ke lokasi TPI tidak terlalu jauh.



Gambar 2.4 Dermaga 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 Perikanan Jawa Tengah)

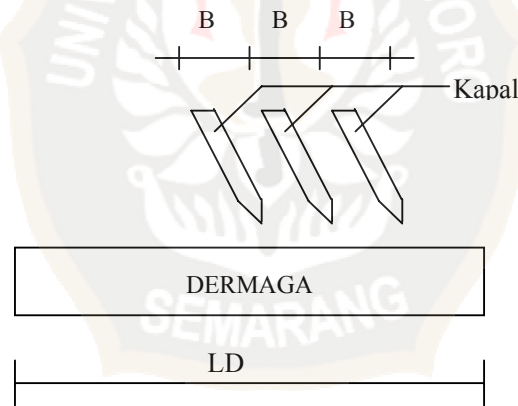
Dimana :

LD= Panjang dermaga (meter)

M = Frekuensi pendaratan kapal / hari

W = Waktu / periode penggunaan dermaga (jam)

B = Lebar kapal (meter)



Gambar 2.5 Panjang dermaga

➤ **Lebar Dermaga**

Lebar dermaga yang disediakan untuk bongkar muatan ikan disesuaikan dengan kebutuhan ruang yang tergantung pada aktifitas bongkar muatan atau persiapan kapal yang akan 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 di sepanjang 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 pelabuhan ikan Wonorejo 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 SKSNI – T15 – 1991 – 03.

2.3.9. Pondasi Dermaga

Dalam perencanaan pelabuhan ikan Wonorejo, pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.

Pada umumnya tiang pancang dipancang 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. Tiang pancang tunggal

$$Q = \frac{A \cdot qc}{3} + \frac{JHLk}{5}$$

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

Dimana :

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

2. Kelompok tiang pancang

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

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

Dimana :

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

Daya dukung tiang pancang dalam kelompok tiang:

$$Q = \text{Eff} \times Q \text{ tiang netto}$$

➤ **Perhitungan daya dukung tiang pancang terhadap kekuatan bahan.**

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

(Sardjono H.S, hal. 42, 1988)

Dimana:

- σ_b = tegangan ijin beton
A tiang = luas tiang pancang

➤ **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

N_x = Jumlah tiang pancang tiap baris pada arah x

N_y = Jumlah tiang pancang tiap baris pada arah y

➤ **Perhitungan daya dukung tiang pancang terhadap pemancxangan**

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

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

(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*

δ = penurunan tiang akibat pukulan terakhir

C_1 = tekanan izin sementara pada kepala tiang dan penutup

C_2 = simpangan tiang akibat tekanan izin sementara

C_3 = tekanan izin sementara

P_u = batas maksimal beban (ton)

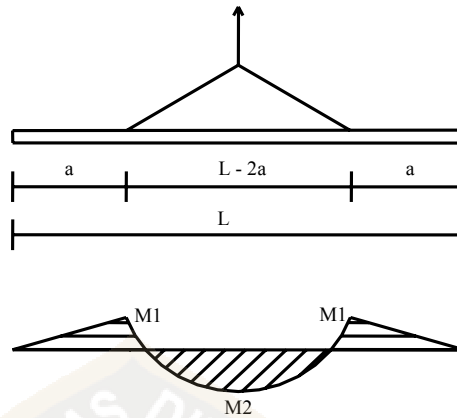
Batas beban izin yang diterima tiang (P_a):

$P_a = 1/n \times P_u$

➤ **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.

1. Pengangkatan dua titik



Gambar 2.6 Pengangkatan tiang pancang dua titik

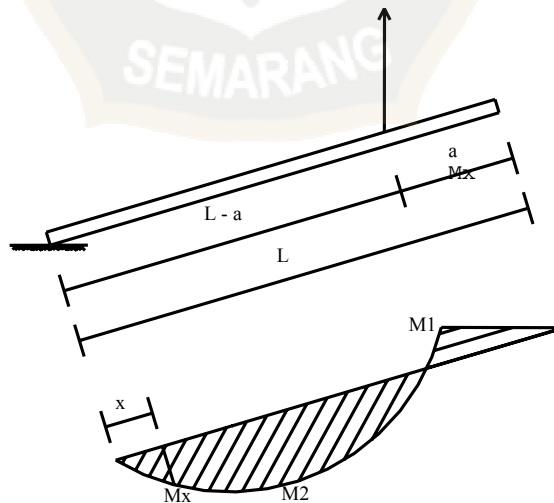
$$M_1 = M_2$$

$$\frac{1}{2} q a^2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot (L - 2a)^2 - \frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2$$

$$4 a^2 + 4 a L - L^2 = 0$$

$$a = 0,209 L$$

2. Pengangkatan satu titik



Gambar 2.7 Pengangkatan tiang pancang satu titik

$$M_1 = M_2$$

$$\frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot \left[\frac{(L^2 - 2aL)^2}{2 \cdot (L - a)^2} \right]$$

$$a^2 = \left[\frac{(L^2 - 2aL)^2}{2 \cdot (L - a)^2} \right]$$

$$a = [(L^2 - 2aL)^2 / 2 \cdot (L - a)]$$

$$2a^2 - 4aL + L^2 = 0$$

$$a = 0,29 L$$

2.3.10 Pemecah Gelombang.

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

Pemecah gelombang untuk pelabuhan ikan di Kendal direncanakan menggunakan tumpukan batu (*rubble mounds breakwater*) dengan tipe (*shore connected breakwater*), yaitu penahan gelombang yang dihubungkan dengan pantai.

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

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

(Bambang Triatmodjo, hal.133, 1996)

Dimana :

W = Berat batuan pelindung (ton)

S_r = Specific gravity = γ_r / γ_w .

γ_r = Berat jenis batu (ton/m³).

γ_w = Berat jenis air laut (ton/m³).

H = Tinggi gelombang rencana (m).

K_D = Koefisien stabilitas (tergantung jenis lapis pelindung).

θ = 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 = *Run up* (tinggi rambat gelombang saat membentur *breakwater*)

0,5 = Tinggi kebebasan aman dari *run up* maksimal.

Penentuan elevasi lebar puncak *breakwater* dihitung dengan rumus :

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

(Bambang Triatmodjo, hal.137, 1996)

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 Triatmodj, hal.138,1996)

Dimana :

t = Tebal lapis pelindung

n = Jumlah butir batu (min = 3).

- $K\Delta$ = Koefisien lapis pelindung.
 W = Berat butir pelindung.
 γ_r = 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, hal.138, 1996)

Dimana :

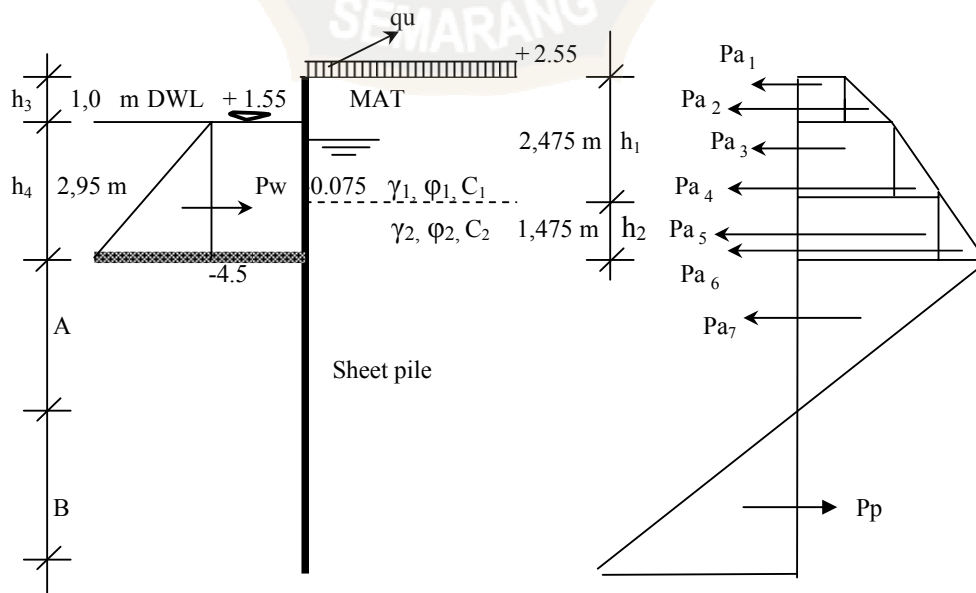
- N = Jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A .
 A = Luas permukaan.
 P = Porositas dari lapisan pelindung (%).

2.3.11 Turap

Turap direncanakan menggunakan beton bertulang (*sheet pile* beton).

Beban ultimate (q_u) pada *sheet pile*, yaitu:

$$WU = 1,2 DL + 1,6 LL$$



Gambar 2.8 Diagram tekanan tanah pada turap

➤ Koefisien tekanan tanah

Koefisien tekanan tanah menurut *Rankine* :

$$K_{a1} = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \phi/2)$$

$$K_{a2} = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \phi/2)$$

$$K_{p1} = \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \phi/2)$$

➤ Tegangan tanah dan air laut

$$\sigma_{a1} = q_u \cdot K_{a1}$$

$$\sigma_{a2} = \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a1} - 2 \cdot C_1 \cdot \sqrt{K_{a1}}$$

$$\sigma_{a3} = (q_u + \gamma_1 \cdot h_3) \cdot K_{a1}$$

$$\sigma_{a4} = \gamma_{1\text{sub}} \cdot (h_1 - h_3) \cdot K_{a1} - 2 \cdot C_1 \cdot \sqrt{K_{a1}}$$

$$\sigma_{a5} = [q_u + \gamma_1 \cdot h_3 + \gamma_{1\text{sub}} \cdot (h_1 - h_3)] \cdot K_{a1}$$

$$\sigma_{a6} = \gamma_{2\text{sub}} \cdot h_2 \cdot K_{a2} - 2 \cdot C_2 \cdot \sqrt{K_{a2}}$$

$$\sigma_{a7} = \sigma_{a5} + \sigma_{a6}$$

$$\sigma_{a7} = (K_p - K_{a2}) \cdot \gamma_2 \cdot A$$

$$\sigma_p = (K_p - K_{a2}) \cdot \gamma_2 \cdot B + 2 \cdot C_2 \cdot \sqrt{(K_p - K_{a2})}$$

$$\sigma_w = \gamma_{\text{air laut}} \cdot h_4 \cdot K_w$$

Dimana :

σ_a = Tegangan tanah aktif

σ_p = Tegangan tanah pasif

q_u = Beban merata diatas tanah merata

γ = Berat jenis tanah

C = Kohesi tanah

➤ Kedalaman *sheet pile*

Kedalaman *sheet pile* dicari dengan menghitung momen yang terjadi pada ujung *sheet pile* bagian bawah. Momen yang terjadi pada titik tersebut harus nol ($\sum M_B = 0$). Kedalaman *sheet pile* yang didapat ditambah faktor keamanan 10 %. Panjang *sheet pile* yang diperlukan dihitung dari elevasi lantai dermaga sampai kedalaman *sheet pile* setelah ditambah faktor keamanan

2.3.12 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 :

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

(Bambang Triatmodjo, hal.170, 1996)

Dimana :

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

M = berat kapal (ton / m/det²)

V = kecepatan kapal saat merapat

α = sudut penambatan kapal terhadap garis luar dermaga (10^0)

g = gaya gravitasi bumi

C_m = koefisien massa

C_e = koefisien eksentrisitas

C_s = koefisien kekerasan (diambil 1)

C_c = koefisien bentuk dari tambatan (diambil 1)

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

$$C_m = 1 + \frac{\pi \cdot d}{2 C_b \cdot B}$$

(Bambang Triatmodjo, hal.170,1996)

Dimana :

d = draft kapal (m)

C_b = koefisien blok kapal

B = lebar kapal (m)

Sedangkan C_b didapat dari :

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

(Bambang Triatmodjo, hal.171, 1996)

Dimana :

L_{pp} = panjang garis air

γ_o = berat jenis air = 1,025 kg/m³

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, hal.171, 1996)

Dimana :

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

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

2.3.13 Boulder (Penambat Kapal)

Fungsi *boulder*/ penambat adalah untuk menambatkan kapal agar tidak mengalami pergerakan yang dapat mengganggu baik pada aktivitas bongkar maupun lalu lintas kapal yang lainnya. *Boulder* yang digunakan pada dermaga ini direncanakan dari beton bertulang yang monolit dengan dermaga pelabuhan.