

Gambar 4.2 Bidang Kontak Akibat Beban Roda Dan Perhitungan Momen maksimum .....	80
Gambar 4.3 Denah Balok Dermaga.....	96
Gambar 4.4 Distribusi Pembebanan Balok As B.....	97
Gambar 4.5 Bentang Balok As B.....	99
Gambar 4.6 Fender Type H ukuran A600 x 2000L .....	126
Gambar 4.7 Bolder Type Curve.....	127
Gambar 4.8 Turap Dan Tekanan Tanah Lateral.....	131
Gambar 4.9 Beban "Pile Cap" .....	136
Gambar 4.10 Konstruksi Tiang dan Gaya-Gaya Yang Bekerja.....	139
Gambar 4.11 Distribusi Gaya Pada Tiang.....	141
Gambar 4.12 Susunan Tiang Pancang Dermaga Dan Potongan Melintang.	152
Gambar 4.13 Perhitungan Penurunan Tiang.....	167
Gambar 4.14 Alur Pengerukan Kolam Dermaga.....	168

8. "Knots", adalah satuan kecepatan dinyatakan dalam NM/H ("Nautical Miles per Hour"). (Soedjono Kramadibrata, 1985).

### 2.3.2 Satuan Ukuran Berat Kapal

Satuan ukuran berat kapal menurut Bambang Triatmodjo, 1996 yaitu:

1. DWT, "Dead Weight Tonnage" atau bobot mati yaitu berat total muatan dimana kapal dapat mengangkut dalam keadaan pelayaran optimal. Atau selisih antara "displacement tonnage loaded" dengan "displacement tonnage light".
2. "Displacement Tonnage Loaded" adalah Volume air yang dipindahkan oleh kapal, dan sama dengan berat kapal bermuatan penuh.
3. "Displacement Tonnage Light" yaitu berat kapal tanpa muatan.
4. GRT, "gross register tons" adalah volume keseluruhan ruangan kapal.
5. NRT, "netto register tons" adalah ruangan yang disediakan untuk muatan dan penumpang.

### 2.3.3 Jenis-Jenis Kapal

Selain dimensi kapal, karakteristik kapal seperti tipe dan fungsinya juga berpengaruh terhadap perencanaan pelabuhan. Sesuai dengan fungsinya, kapal dapat dibedakan menjadi beberapa tipe sebagai berikut :

#### 1. Kapal Penumpang

Kapal penumpang adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut orang dari satu tempat ke tempat lain. Kapal jenis ini tidak hanya mengangkut orang sebagai penumpang, tetapi juga mengangkut kendaraan jenis mobil, bis, dan truk. Pada umumnya kapal penumpang mempunyai ukuran relatif kecil.

#### 2. Kapal Barang

Kapal barang khusus dibuat untuk mengangkut barang. Pada umumnya kapal barang mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada kapal penum-

pang. Kapal ini juga dapat dibedakan menjadi beberapa macam sesuai dengan barang yang diangkut, seperti biji-bijian, barang-barang yang dimasukkan dalam peti kemas, benda cair (minyak, bahan kimia, gas alam, dan sebagainya).

*a. Kapal Barang Umum ("general cargo ship")*

Kapal ini digunakan untuk mengangkut muatan umum. Muatan tersebut bisa terdiri dari bermacam-macam barang yang dibungkus dalam peti, karung dan sebagainya yang dikapalkan oleh banyak pengirim untuk banyak penerima di beberapa pelabuhan tujuan.

*b. Kapal Barang Curah ("bulk cargo ship")*

Kapal ini digunakan mengangkut muatan curah dalam jumlah banyak sekaligus. Seperti beras, gandum, batu bara, bijih besi, dan sebagainya.

*c. Kapal Tanker*

Kapal ini digunakan untuk mengangkut minyak, yang umumnya mempunyai ukuran sangat besar. Berat yang diangkut bervariasi antara beberapa ribu ton sampai ratusan ribu ton. Kapal ini dilengkapi dengan tangki-tangki yang berfungsi untuk mengurangi tekanan zat cair agar tidak membahayakan stabilitas kapal.

*d. Kapal Khusus ("special designed ship")*

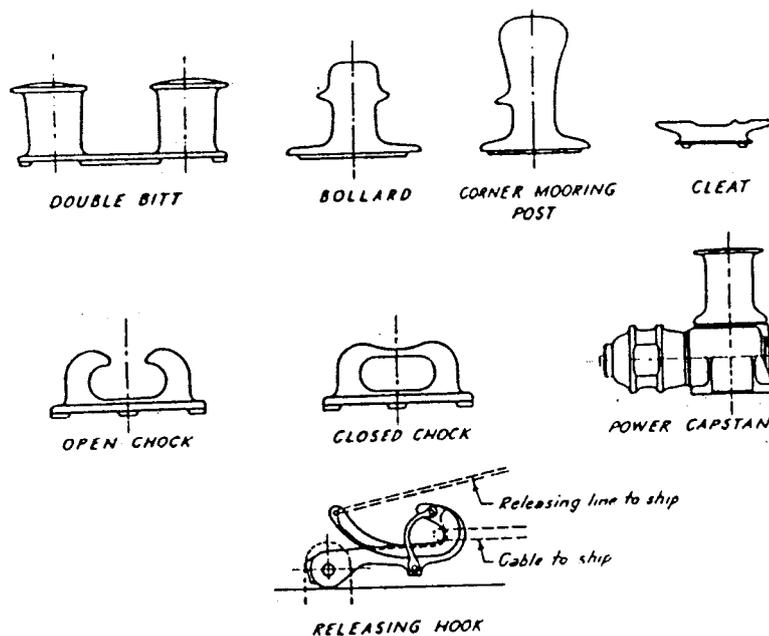
Kapal ini dibuat khusus untuk mengangkut barang tertentu, seperti daging yang harus diangkut dalam keadaan beku, kapal pengangkut gas alam cair, dan sebagainya.

## **2.4 Fender**

Fender merupakan suatu konstruksi dimuka dermaga yang berfungsi untuk menyerap sebagian dari tenaga kinetis dari kapal yang merapat sedemikian sehingga tidak merusak dermaganya. ( Soediro,..). Dengan demikian fender

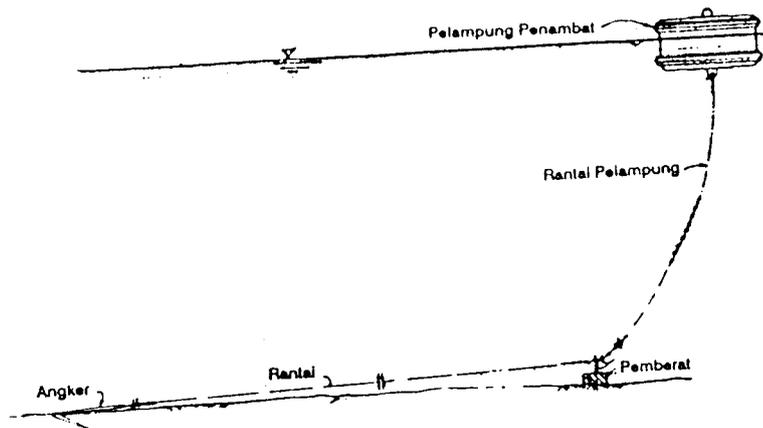
dermaga.

Bolder diletakkan pada sisi dermaga dengan jarak antara 15 - 25 meter. Tetapi ada juga yang dipasang pada tepi pantai, yaitu pada pantai dekat ujung dermaga, karena tidak semua kapal selalu dapat diikat dengan dermaganya. Bolder biasanya dibuat dari besi cor berbentuk silinder yang pada ujung atanya dibuat tertutup dan lebih besar sehingga dapat menghalangi keluarnya tali kapal yang diikatkan. Menurut ( Soediro,..) pada umumnya tiap bolder diperhitungkan untuk gaya tarik sebesar 25 - 50 ton dan tergantung pada kapal yang bertambat. Agar jangan mengganggu kelancaran bongkar muat dan lain-lain maka tinggi bolder biasanya dibuat tidak lebih dari 50 cm diatas lantai dermaga. Gambar 2.8 menunjukkan beberapa tipe alat pengikat.



Gambar 2.8 Beberapa tipe alat pengikat (Bambang T.,1996)

dari besarnya kapal yang bertambat. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pelampung Penambat ( Bambang T., 1996 )

### 3. "Dolphin"

Menurut Bambang Triatmodjo, 1996, "dolphin" adalah konstruksi yang digunakan untuk menambat kapal tangker berukuran besar yang biasanya digunakan bersama-sama dengan "pier" dan "wharf" untuk memperpendek panjang bangunan tersebut. Fungsi dari "dolphin" adalah digunakan untuk pelayanan bongkar muat barang curah.

Alat penambat ini direncanakan untuk menahan gaya horisontal yang ditimbulkan oleh benturan kapal, tiupan angin dan dorongan arus yang mengenai badan kapal pada waktu ditambatkan.

"Dolphin" dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu "dolphin" penahan ("breasting dolphin") dan "dolphin" penambat ("mooring dolphin"). "Dolphin" penahan mempunyai ukuran lebih besar, karena dia direncanakan untuk menahan benturan kapal ketika berlabuh dan menahan tarikan kapal karena pengaruh tiupan angin, arus dan gelombang. Perlengkapan alat penambat jenis ini antara lain adalah "fender" dan "bolder". "Dolphin" penambat tidak digunakan untuk menahan benturan, tetapi hanya sebagai penambat. Penambat jenis

ini juga dilengkapi dengan "bolder", dengan gaya tarik maksimal satu tali pengikat tidak lebih dari 50 ton.

## 2.7 Struktur Beton Bertulang

Beton merupakan pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan ("durability") beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik.

Kerjasama antara bahan beton dan baja tulangan hanya dapat terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan :

1. Lekatan sempurna antara batang tulangan baja dengan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran diantara keduanya.
2. Beton yang mengelilingi batang tulangan baja bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja.
3. Angka muai kedua bahan hampir sama, dimana untuk setiap kenaikan suhu satu derajat Celcius angka muai beton 0,000010 sampai 0,000013 sedangkan

baja 0,000012, sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan.

Sebagai konsekuensi dari lekatan yang sempurna antara kedua bahan, didaerah tarik suatu komponen struktur akan terjadi retak-retak beton didekat baja tulangan. Retak halus yang demikian dapat diabaikan sejauh tidak mempengaruhi penampilan struktural komponen yang bersangkutan (Istimawan Dipohusodo, 1994)

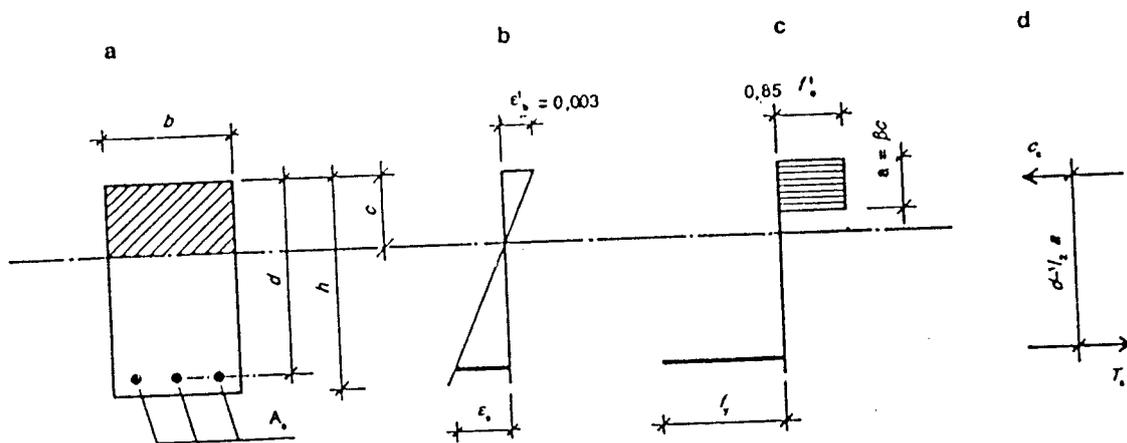
Dasar yang dipakai dalam perencanaan struktur beton bertulang adalah SKSNI T15 - 1991 - 03. Hal mendasar pada metode ini adalah :

1. Perencanaan lebih diutamakan serta diarahkan menggunakan metode kekuatan ultimit, sedang metode elastis (cara n) masih tercantum sebagai alternatif.
2. Konsep hitungan keamanan dan beban yang lebih realistik dihubungkan dengan tingkat daktilitas struktur.
3. Tata cara hitungan geser dan puntir pada keadaan batas (ultimit).
4. Menggunakan satuan SI dan notasi disesuaikan dengan yang dipakai di kalangan internasional.
5. Ketentuan-ketentuan detail penulangan yang lebih rinci untuk beberapa komponen struktur.
6. Mengetengahkan beberapa ketentuan yang belum tersedia pada peraturan sebelumnya, misalnya mengenai struktur bangunan tahan gempa, beton prategangan, pracetak, komposit, cangkang, plat lipat, dan lain-lain.

Dalam perencanaan struktur beton bertulang, kita menganggap suatu penampang persegi yang dibebani lentur murni. Apabila penampang itu dianalisis, perlu memakai sejumlah kriteria agar penampang itu mempunyai probabilitas keruntuhan yang layak pada keadaan batas hancur.

Anggapan-anggapan yang dipakai dalam pendekatan dan pengembangan metode perencanaan kekuatan adalah sebagai berikut :

1. Beton tidak dapat menerima gaya tarik karena beton tidak mempunyai kekuatan tarik.
2. Perubahan bentuk berupa pertambahan panjang dan diperpendekan (regangan tarik dan tekan) pada serat-serat penampang, berbanding lurus dengan jarak tiap serat ke sumbu netral. Ini merupakan kriteria yang kita kenal, yaitu penampang bidang datar akan tetap berupa bidang datar.
3. Hubungan antara tegangan dan regangan baja ( $\sigma_s$  dan  $\epsilon_s$ ) dapat dinyatakan secara skematis.
4. Hubungan antara tegangan dan regangan beton ( $\sigma_c$  dan  $\epsilon_c$ ) dapat dinyatakan secara skematis. (Gideon Kusuma, 1993).



Gambar 2.10 Distribusi tegangan regangan

Dari gambar, sebuah penampang melintang beton dengan kelebaran  $b$  dan tinggi efektif  $d$  (Gb. 2.10.a), diagram regangan (Gb. 2.10.b) dan diagram tegangan (Gb. 2.10.c). Diagram regangan tersebut berdasar  $\epsilon'_{cu} = 0,3\%$  dan regangan tarik baja  $\epsilon_y = f_y/E_s$ .

Diagram tersebut menyatakan bahwa tegangan tekan beton dan batas leleh baja yang disyaratkan tercapai bersamaan.

Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya meka-

nisme tegangan-tegangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat di wakili oleh gaya-gaya dalam, yaitu gaya tarik baja dan gaya tekan beton yang sama besar, arah garis kerja sama, tetapi berlawanan arah. Gaya dalam ini bekerja membentuk kopel momen tahanan dalam dengan jarak  $z$ , dimana nilai maksimumnya disebut sebagai kuat lentur atau momen tahanan penampang komponen struktur terlentur.

Momen tahanan dalam itu akan menahan momen lentur rencana aktual yang ditimbulkan oleh beban luar. Karena dalam penentuan momen tahanan dalam adalah sangat sulit, maka untuk tujuan penyederhanaan, Whitney mengusulkan bentuk persegi panjang sebagai distribusi tegangan beban ekuivalen yang besarnya  $0,85 \cdot f_c'$ .

Dalam Standart SKSNI T-15-1991-03, menetapkan nilai  $\beta_1$  diambil  $0,85$  untuk  $f_c' \leq 30$  Mpa, berkurang  $0,008$  untuk setiap kenaikan  $1$  Mpa kuat beton, dan nilai tersebut tidak boleh kurang dari  $0,65$ .

Dengan menggunakan distribusi tegangan bentuk persegi empat ekuivalen serta anggapan-anggapan kuat rencana yang direncanakan, dapat ditentukan besarnya kuat lentur ideal  $M_n$  dari struktur beton bertulang empat persegi panjang dengan penulangan tarik saja.

Dari gambar 219.c, didapat :

$$\Sigma H = 0 \quad (2.4)$$

$$C_c = T_s \quad (2.5)$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \quad (2.6)$$

$$T_s = A_s \cdot F_y$$

sehingga :

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y \quad (2.7)$$

disini  $a = \beta_1 \cdot c$

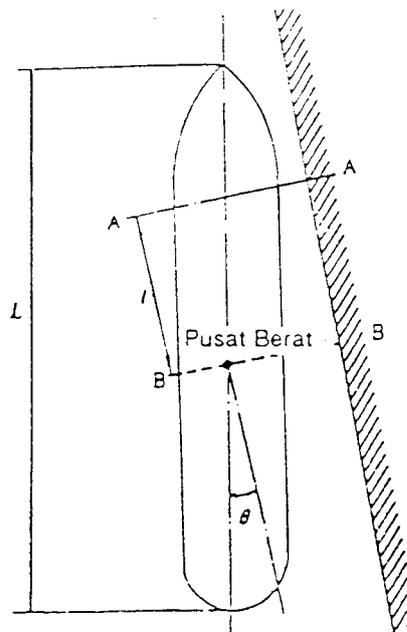
dengan  $\beta_1 = 0,85 \rightarrow$  untuk  $f_c' \leq 30$  Mpa

terpolarisasi anodik dari potensial korosi bebasnya, dapat menyebabkan terbentuknya suatu selaput pasif yang menjadi pelindung terhadap korosi. Agar dapat memberikan perlindungan selaput itu harus lekat sekali dan cukup tahan terhadap kerusakan mekanik.

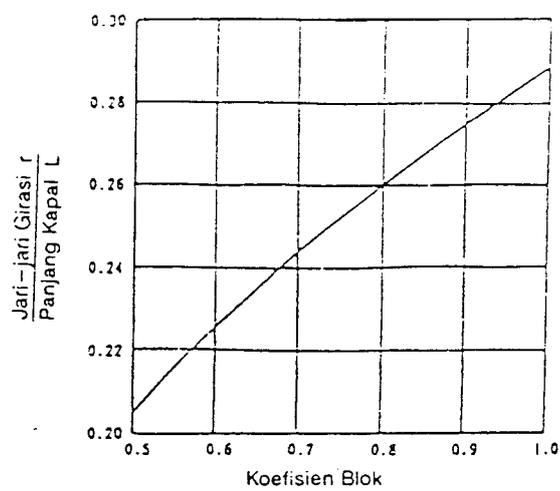
Logam-logam yang sering dilindungi dengan cara ini adalah besi, nikel, alumunium, titanium, molibdenum, zirkonium, hafnium, dan niobium; lengkap dengan paduan-paduan yang sebagian besar terdiri dari logam-logam ini. Elektrolit dalam hal ini bisa bermacam-macam, dari sangat asam sampai sangat basa; dan metode ini dapat lebih menguntungkan dibanding proteksi katodik yang jarang diterapkan di lingkungan segenas itu. Dengan demikian, baja karbon yang dilindungi secara anodik dapat digunakan pada industri kimia dan industri pupuk untuk menyimpan berbagai asam-asam pengoksidasi, tetapi tidak lingkungan basa.

Sebagaimana dalam proteksi katodik, metode ini cocok untuk penerapan di mana logam yang dilindungi terendam secara terus menerus. Sifat agresif lingkungan yang mengharuskan digunakannya proteksi anodik seringkali juga mensyaratkan penggunaan elektroda-elektroda acuan khusus. Semua elektroda acuan yang dibuat dari logam-logam mulia biasanya sudah tepat, umpamanya perak, platinum.

Kerugian dari metode ini adalah bahwa kegagalan catu daya listrik bisa sangat merusak karena logam segera menjadi aktif kembali. Disamping itu, diperlukannya arus listrik membuat metode ini tidak berguna untuk perlindungan dalam lingkungan zat cair organik atau untuk komponen-komponen yang tidak terendam secara terus-menerus.



Gambar 3.1 Pusat Berat Kapal Sampai Titik Sandar  
(Bambang T., 1996)



Gambar 3.2 Grafik Hubungan Antara  $r/L$  Dan  $C_b$   
(Bambang T 1996 )

### 3.2.2 Gaya Akibat Angin

Angin yang berhembus ke badan kapal yang ditambatkan akan menye-

babkan gerakan kapal yang bisa menimbulkan gaya pada dermaga. Apabila angin tersebut berhembus ke arah dermaga, maka gaya tersebut berupa gaya benturan ke dermaga; sedang jika arahnya meninggalkan dermaga akan menyebabkan gaya tarikan kapal pada alat penambat. Gaya-gaya angin dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

1. Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ( $\alpha = 0^\circ$ )

$$R_w = 0,42 Q_a A_w \quad (3.8)$$

2. Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah bu-ritan ( $\alpha = 180^\circ$ )

$$R_w = 0,5 Q_a A_w \quad (3.9)$$

3. Gaya lateral bila angin dari arah lebar ( $\alpha=180^\circ$ )

$$R_w = 1,1 Q_a A_w \quad (3.10)$$

dimana

$$Q_a = 0,063 V^2 \quad (3.11)$$

dengan :

$R_w$  = gaya akibat angin (kg)

$Q_a$  = tekanan angin ( $\text{kg/m}^2$ )

$V$  = kecepatan angin (m/d)

$A_w$  = proyeksi bidang yang tertiuip angin ( $\text{m}^2$ )

### 3.2.3 Gaya Akibat Arus

Gaya arus bekerja pada bagian kapal yang terendam air, yang kemudian diteruskan pada dermaga dan alat penambat. Besar gaya yang disebabkan oleh arus adalah :

1. Gaya tekanan karena arus yang bekerja dalam arah haluan :

$$R_f = 0,14 S V^2 \quad (3.12)$$

2. Gaya tekanan karena arus yang bekerja dalam arah sisi kapal :

$$R_f = 0,5 \int C V^2 B' \quad (3.13)$$

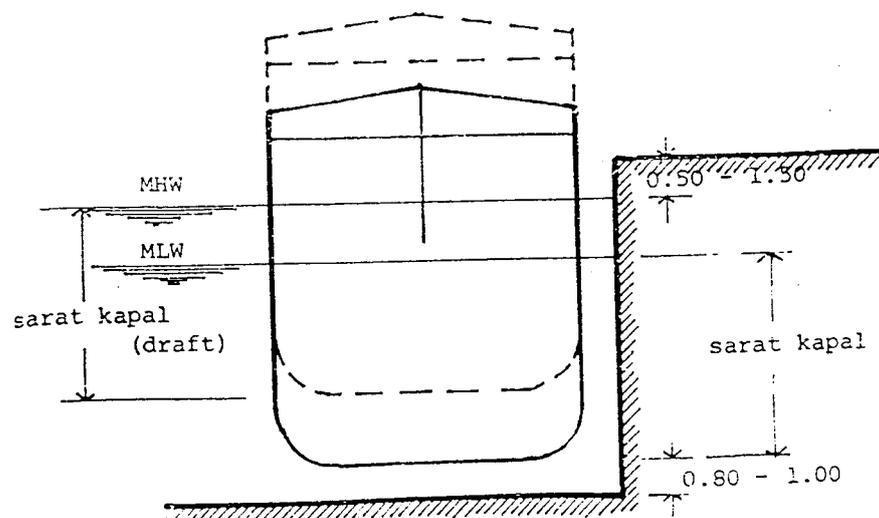
### 3.3 Perencanaan Dimensi Dermaga

Di dalam perencanaan suatu dermaga ditentukan oleh jenis, kapal yang dilayani, panjang dermaga, lebar dermaga, kedalaman kolam dermaga, dan daerah pendukung operasinya. Penentuan ukuran yang sesuai akan sangat memudahkan terhadap operasi pelabuhan yang efisien, serta menentukan besarnya investasi yang diperlukan. Dari data karakteristik kapal yang dilayani maka dapat ditentukan dimensi dermaga.

#### 3.3.1 Kedalaman Kolam Pelabuhan

Menurut Soedjono Kramadibrata, kedalaman kolam pada umumnya ditetapkan berdasarkan "draft" maksimum kapal yang ditambat dengan jarak aman ("clearance") sebesar 0,8 sampai 1,00 meter. Jarak aman ini ditentukan berdasarkan ketentuan operasional pelabuhan (penambatan kapal dengan/ atau tanpa kapal tunda) konstruksi dermaga.

Untuk lebih jelasnya, lihat gambar 3.3.



Gambar 3.3 Dimensi kapal  
(Soedjono K., 1985)

3.3, tabel 3.4, dan tabel 3.5.

Tabel 3.3 "Fentek Arch Fender Type H Performance"

MODEL	ENERGY INDEX					
	E1		E2		E3	
	ENERGY ABSORPTION (kNm)	REACTION FORCE (kN)	ENERGY ABSORPTION (kNm)	REACTION FORCE (kN)	ENERGY ABSORPTION (kNm)	REACTION FORCE (kN)
A150	4	75	6	100	7	130
A200	8	100	10	130	13	175
A250	12	120	16	160	21	210
A300	17	145	23	190	30	250
A400	31	195	41	255	54	335
A500	49	245	64	320	84	420
A600	70	295	92	385	120	505
A800	125	390	163	510	214	610
A1000	195	490	255	640	335	840

Tabel 3.4 "Fentek Arch Fender Dimensions"

	A150	A200	A250	A300	A400	A500	A600	A800	A1000
H mm	150	200	250	300	400	500	600	800	1000
W mm	300	400	500	600	800	1000	1200	1600	2000
FL With L=1000 mm	1075	1100	1125	1150	1200	1250	1300	1400	1500
FL With L=1500 mm	1575	1600	1625	1650	1700	1750	1800	1900	2000
FL With L=2000 mm	2075	2100	2125	2150	2200	2250	2300	2400	2500
FL With L=2500 mm	2575	2600	2625	2650	2700	2750	2800	2900	3000
FL With L=3000 mm	3075	3100	3125	3150	3200	3250	3300	3400	3500
B mm	240	320	410	490	670	840	1010	1340	1680
F mm	95	125	160	190	250	310	375	500	625
D mm	16	20	25	30	40	50	60	800	100
Thread size of TP	M12	M16	M16	M16	M20	M20	M24	M30	M30
Weight (kg/m)	30	50	85	120	200	310	450	820	1250

Perhubungan. Pada kolam pelabuhan dermaga milik PT. Sriboga Ratu Raya Semarang, tempat pembuangan ditentukan pada:

16" LS dan  $110^{\circ} 24'54''$  BT

16" LS dan  $110^{\circ} 25'26''$  BT

32" LS dan  $110^{\circ} 24'54''$  BT

32" LS dan  $110^{\circ} 25'26''$  BT

Pelaksanaan pengerukan dimulai pada alur masuk dari laut bebas menuju arah dermaga, kemudian dermaga dikeruk dari arah barat sampai as dermaga (50% dari panjang). Cara ini dilakukan menyesuaikan dengan pekerjaan "pilling" dermaga.

Pelaksanaan pekerjaan pengerukan ini harus mengikuti ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Gambar dan peta situasi yang merupakan rencana pengerukan, rencana reklamasi, areal pembuangan lumpur, jarak terhadap bangunan sekitar dan kedalamannya.
2. Gambar-gambar konstruksi bangunan di sekitar daerah keruk.
3. Peta situasi rencana pengerukan dan peta Hidrografi ("predredge sounding").
4. Potongan melintang yang menunjukkan kedalaman serta kemiringan tepian "slope" yang dapat mewakili masing-masing tempat yang secara khusus mempunyai perbedaan antara tempat satu dengan tempat lain.
5. Pengukuran kedalaman baik dalam "predredge sounding" dan "final sounding" akan dilakukan dengan "echo sounder" dengan frekuensi 200 khz.

Alat yang dipergunakan pada pengerukan kolam pelabuhan dermaga milik PT. Sriboga Ratu Raya adalah :

- |                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| 1. "Clamp shell" $3 \text{ m}^3$ | 2 unit |
| 2. "Flat Top"                    | 2 unit |
| 3. "Tug boat"                    | 2 unit |
| 4. "Hoper" $400 \text{ m}^3$     | 1 unit |

Lebar dasar (B) = 1010 mm Panjang ujung (L) = 2000 mm  
 Lebar dasar total (W) = 1200 mm Diameter lubang baut (D) = 60 mm  
 Panjang dasar (FL) = 2300 mm berat = 450 kg/m  
 Jumlah baut yang diperlukan = 8 buah diameter = 40 mm  
 jarak antar baut = 620 mm

Jarak maksimum antar fender adalah (L)

$$L = 2 \sqrt{(r^2 - (r - h)^2)}$$

dimana  $r$  = jari-jari kelengkungan sisi haluan kapal (m)

$$\log r = -1,055 + 0,650 \log (\text{DWT}) \rightarrow \text{kapal barang}$$

$$= -1,055 + 0,650 \log (30.000)$$

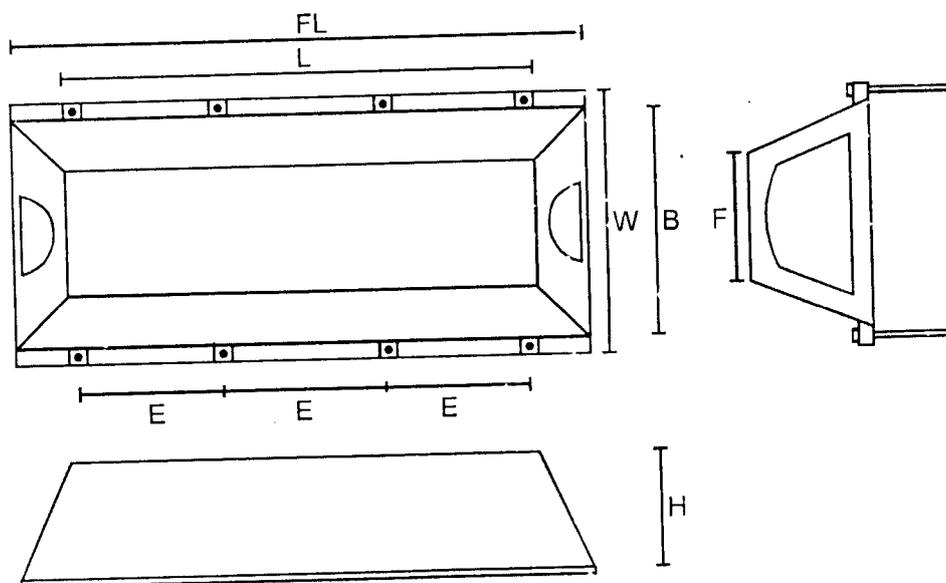
$$r = 71,636 \text{ m}$$

$$H = \text{tinggi fender} = 0,60 \text{ m}$$

maka dengan memasukkan angka-angka tersebut, didapat:

$$L = 18,504 \text{ m}$$

diambil jarak antar fender 12 meter.



Gambar 4.6 Fender tipe H ukuran A600 x 2000 L

Tegangan tarik arah tegak yang terjadi =

$$Tr = (Q + V) / (0,5 * F) + M_{w, total} / W$$

$$Tr = 7,56 + 12,14 = 19,70 \text{ kg/mm}^2$$

dengan faktor keamanan sebesar 1,75, maka tegangan tariknya menjadi

$$Tr_u = 19,70 * 1,75 = 34,48 \text{ kg/mm}^2 < 35 \text{ kg/mm}^2 \text{ -----} > \text{OK!}$$

Jadi dengan mutu "gray cast iron" JIS G-5501 FC-35 dan dimensi bolder tersebut diatas, cukup kuat menahan beban yang bekerja.

#### 5. check angkur

dipakai tegangan tarik angkur yang diijinkan (ST.60) =  $60 \text{ kg/mm}^2$

luas penampang angkur diameter 56 mm (Fa) =  $2462 \text{ mm}^2$

tegangan tarik pada angkur yang ada :

$$Tr_a = (Q + V) / Fa$$

$$Tr_a = 143801 / 2462 = 58,41 \text{ kg/mm}^2 < 60 \text{ kg/mm}^2 \text{ ----} > \text{OK!}$$

tegangan iris pada angkur

$$Ti_a = H / (d * Hb)$$

$$Ti_a = 60622 / (56 * 90) = 12,03 \text{ kg/mm}^2$$

dengan faktor keamanan = 2, maka tegangan iris =  $24,06 \text{ kg/mm}^2$

Tegangan iris yang diijinkan =  $1,6 * \text{teg tarik ijin} = 1,6 * 60 = 96 \text{ kg/mm}^2$ .

Jadi dengan menggunakan ukuran angkur diameter 56 mm cukup kuat untuk menahan gaya tarik yang terjadi.

$$\phi P_n = 0,65 \cdot 9041,1235 = 5876,73 \text{ KN} > P_u = 5820,836 \text{ KN}$$

$$M_u = \phi P_n \cdot e = 5876,73 \cdot 0,050 = 293,839 \text{ KNm}$$

$$> M_u = 256,852 \text{ KNm}$$

OK !

#### f. merencanakan sengkang

Dengan menggunakan batang tulangan diameter 10 mm, jarak spasi sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

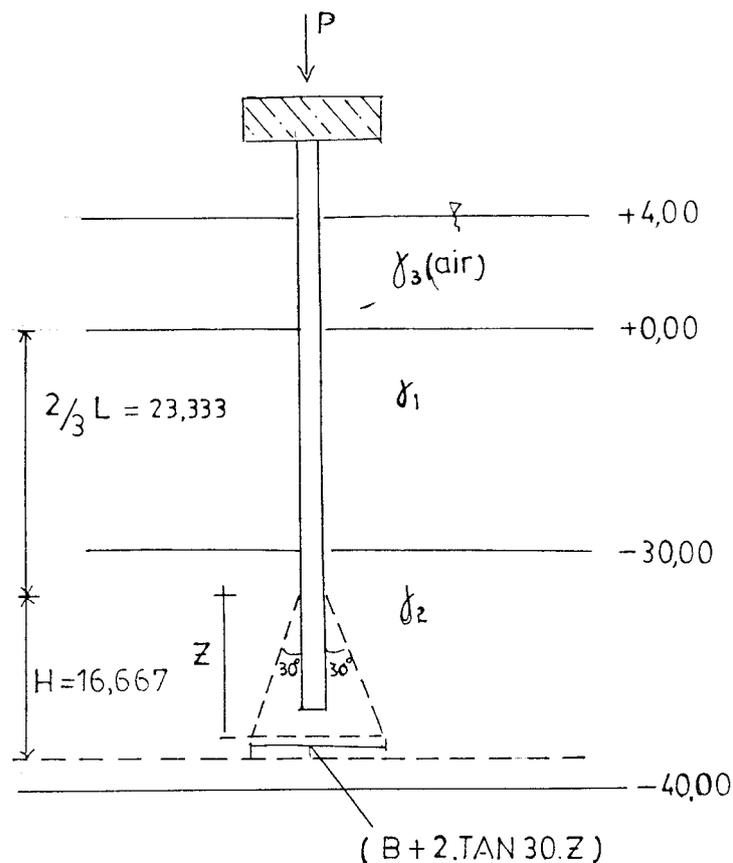
1. 16 x diameter tulangan pokok memanjang (D32) = 512 mm
2. 48 x diameter tulangan sengkang (D10) = 480 mm
3. dimensi terkecil tiang = 450 mm

maka digunakan batang tulangan sengkang D10 - 450 mm

Tabel 4.30 Perhitungan "pile cap"

Urutan perhitungan	As B	As C	As D
Tinjauan momen (Mu) KNm	3910,3520	346,7400	6797,8080
Rasio penulangan $M_n = M_u / 0,8$	4887,9400	433,4250	8497,2600
$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$	0,0337	0,0337	0,0337
$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b$	0,0253	0,0253	0,0253
$\rho_{\min} = 1,4 / f_y$	0,0036	0,0036	0,0036
$\rho = 0,5 \cdot \rho_{\max}$	0,0126	0,0126	0,0126
$m = f_y / (0,85 \cdot f_c')$	15,2941	15,2941	15,2941
$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - 0,5 \cdot \rho \cdot m)$	4,4503	4,4503	4,4503
dipakai b = (mm)	1000,000	1000,000	1000,000
d perlu	1048,015	312,0768	1381,7963
dipakai d (mm)	850	350	1100
dipakai h (mm)	950	450	1200
<u>revisi</u>			
$R_{n_{\text{baru}}} = M_n / (b \cdot d^2)$	6,7653	3,5382	7,0225
$\rho_{\text{baru}} = \rho \cdot R_{n_{\text{baru}}} / R_{n_{\text{lama}}}$	0,0192	0,0100	0,0199
$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d \text{ (mm}^2\text{)}$	16321,4176	3514,7695	21924,8766
Luas tulangan D32 = $0,25 \cdot \pi \cdot D^2$	804,25	804,25	804,25
Tulangan yang dipakai	22 D32	6D32	30 D32
Luas tulangan bagi = 20% $A_s$	3264,2835	702,9539	4384,9753
dipakai tulangan bagi	D25 - 150	D25 - 200	D25 - 100
Kontrol Kapasitas			
$a = A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c' \cdot b) \text{ (mm)}$	270,6055	73,8018	369,0088
$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - 0,5a) \cdot 10^{-6} \text{ KNm}$	4931,7400	589,2353	8614,5617
$M_n \text{ total} > M_n$	OK !	OK !	OK !

terbesar yang terjadi, yaitu pada as A = 105,1208 Ton  
panjang tiang yang masuk ke dalam tanah = 35 m



Gambar 4.13 Perhitungan penurunan tiang

$$\frac{2}{3} L = \frac{2}{3} \cdot 35 = 23,333 \text{ m}$$

$$H = 16,667 \text{ m}$$

$$z = 35 - 23,333 = 11,667 \text{ m}$$

$$A' = (B + 2 \cdot \tan 30 \cdot z)^2 = 196,338 \text{ m}^2$$

$$P_o = h_1 \cdot \tau_1 + h_2 \cdot \tau_2 + h_3 \cdot \tau_3 = 78,346 \text{ T / m}^2$$

$$\Delta p = P/A' = 0,5354 \text{ T / m}^2$$

$$S = \frac{C_c}{1 + e_o} H \cdot \log \frac{e_o + \frac{P_o}{p_o} + \Delta p}{p_o} = 9,1716 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$S = 9,1716 \text{ mm} \longrightarrow \text{penurunan yang terjadi kecil}$$

## 5.2 Saran

Setelah dilakukan analisis perhitungan pada struktur dermaga, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan:

1. Secara keseluruhan, untuk perencanaan struktur dermaga perlu diadakan suatu perhitungan yang lebih teliti atau studi komparasi yang akan menghasilkan suatu perencanaan dermaga yang efisien dan murah.
2. Perlunya pemahaman beban-beban yang bekerja pada suatu struktur dermaga.
3. Perlu adanya suatu program komputer untuk mempermudah perhitungan.
4. Perlu adanya perhitungan untuk dermaga jenis lainnya yang lebih variasi baik pada variasi beban, tiang pancang, serta jenis kapal yang dilayani.