No. Pertemuan	Materi Perkuliahan	Metoda
1	Pendahuluan : • Klasifikasi • Urutan Kegiatan Perencanaan	Ceramah
2	Angin	Ceramah
3	Pasang Surut	Ceramah
4	Gelombang	Ceramah
5	Pemecah Gelombang	Ceramah
6	s.d.a	Latihan
7	Ujian Tengah Semester	
8	Navigasi Kapal	Ceramah
9	Parameter Ukuran Pelabuhan	Ceramah, Latihan
10	Muatan dalam Perancangan Pelabuhan	Ceramah
11	Konstruksi Dasar dalam Perancangan Pelabuhan	Ceramah
12	s.d.a	Latihan
13	Sistem Fender	Ceramah
14	Ujian Akhir Semester	

Pertemuan ke-1

BAB I
PENDAHULUAN

Angkutan (transport) berfungsi sebagai sarana guna memperpendek, memindahkan hasil produksi, dan melancarkan hubungan dua atau lebih lokasi-lokasi. Terdapat beberapa jenis angkutan antara lain angkutan darat, laut, dan udara.

Dalam hal angkatan laut sebagaimana namanya ia bergerak di peraiaran yang menghubungkan tempat-tempat yang dibatasi daerah lautan. Satu hal yang harus terpenuhi persyaratan bagi angkutan adalah keamanan, kecepatan, kemudahan, ketersediaan, dan ketenteraman termasuk kenyamanan.
Dalam sub system angkatan laut dibedakan 2 (dua) hal pokok yang saling bergantung satu sama lainnya.

1.1 Sarana, berupa kapal-kapal laut.

a. Jenis kapal dengan pergerakan pemindahan muatan dilakukan secara vertikal Lo/Lo untuk muatan-muatan yang besar dan berat.
   Yang termasuk kelompok ini :
   - Kapal konvensional
   - Kapal peti kemas (container ship)
   - Kapal LASH (Lighter Aboard Ship)

b. Jenis kapal dengan pergerakan pemindahan muatan secara horizontal/ mendatar Ro/Ro.
   Yang termasuk kelompok ini :
   - Short distance vessel
   - Intermediate distance vessel
   - Long distance vessel

c. Jenis kapal curah yang penanganan muatannya dengan cara menghisap/ memompa melalui pipa dan pada jenis muatan benda padat (butiran, tepung) biasanya dikombinasikan dengan peralatan ban berjalan conveyor.
   Yang termasuk kelompok ini :
   - Kapal tangki untuk muatan cair (liquid bulkship) untuk minyak nabati, minyak bumi, LNG, dll.
   - Muatan butiran (non liquid bulkship) untuk padi, jagung, gandum, semen dll.

d. Jenis kapal khusus yang menangani satu jenis muatan, biasanya dikaitkan dengan industri, misalnya kayu gelondongan, peti kemas, bijih besi, kapal ikan, dan kapal penumpang.
   Yang termasuk kelompok ini :
   - Kapal-kapal kerja
   - Kapal-kapal keruk

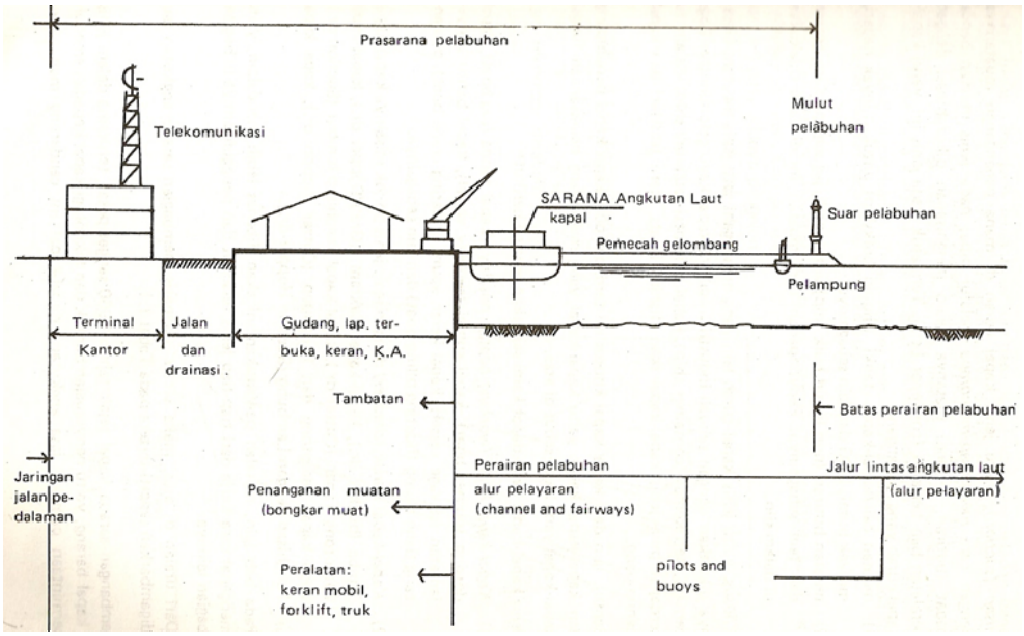
1.2 Prasarana, berupa Fasilitas Pelabuhan.

Pelabuhan sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal dikehendaki merupakan suatu tempat yang terhubung dari gelombang laut.

Klasifikasi Pelabuhan :

a. Menurut Teknis.
   - Pelabuhan alam
   - Pelabuhan buatan
   - Pelabuhan semi alam

b. Menurut Jenis Perdagangan.
   - Pelabuhan sungai (local)
   - Pelabuhan pantai (interinsuler)
   - Pelabuhan laut (internasional)



Gambar 1.1 Prasarana dan Sarana Perhubungan Laut



Gambar 1.2 Pelabuhan Laut Utama Indonesia

Pertemuan ke-2

BAB II
PERENCANAAN PELABUHAN

Secara teknis pelabuhan adalah salah satu bagian dari ilmu bangunan maritime, yang padanya dimungkinkan kapal-kapal berlabuh atau bersandar dan kemudian dilakukan bongkar muat.

Ditinjau dari sub system angkutan maka pelabuhan adalah salah satu simpul dari mata rantai bagi kelancaran angkutan muatan laut dan darat. Jadi secara umum pelabuhan adalah suatu daerah perairan yang terlindung terhadap badai/ ombak/ arus. Sehingga kapal dapat berputar (turning basin), bersandar/ membuang sauh, demikian rupa hingga bongkar muat atas barang dan perpindahan penumpang dapat dilaksanakan.

Pelabuhan dapat dibangun di suatu teluk, daerah terlindung, di muara dan atau di sungai (Palembang, Belawan, Pontianak, New York, Baltimore, London dan lain sebagainya) ataupun di sebuah pantai (Rota, Abidjan, dsb.).

Dari sudut teknis dikenal beberapa macam pelabuhan, yaitu :

a. Pelabuhan alam (Natural and protected harbor), adalah suatu daerah yang menjurus ke dalam (“inlet”) terlindung oleh suatu pulau,jazirah atau terletak di suatu teluk, sehingga navigasi dan berlabuhnya kapal dapat dilaksanakan.
   Contoh : Dumai, Cilacap, New York, Hamburg, dsb.

b. Pelabuhan buatan (artificial harbor), adalah suatu daerah perairan yang dibuat manusia sedemikian sehingga terlindung terhadap ombak/ badai/ arus, sehingga memungkinkan kapat dapat merapat.
   Contoh : Tanjung Priok, Dover, Colombo, dsb.

c. Pelabuhan semi alam (semi natural harbor)
   Contoh : Palembang.

2.1 Karakteristik Kapal

a. bahan material kapal : baja, kayu, ferro semen, fiberglass.
b. fungsi kapal : kapal penumpang, kapal barang umum, kapal curah, kapal peti kemas, kapal tangki, kapal ikan, dll.
c. system pengendali dan penggerak : mekanik, semi otomatik, dan otomatik
d. daerah operasi kapal : jarak sedang, jauh, dan dekat.

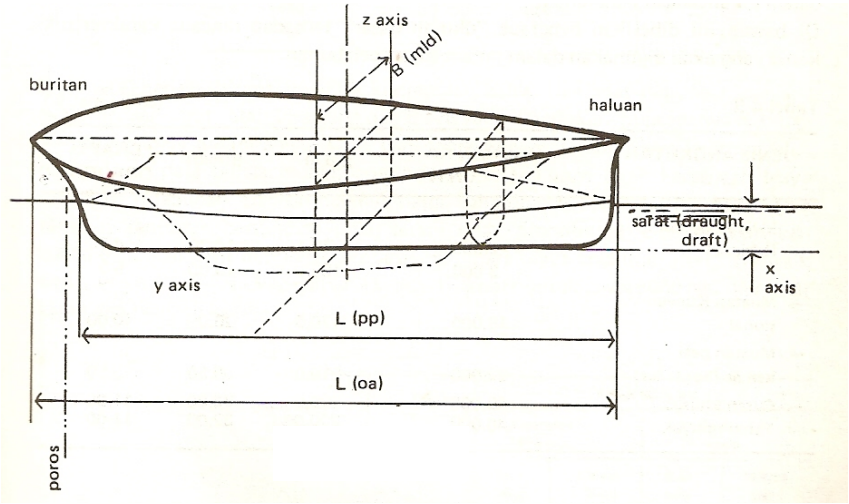
2.2 Bentuk Badan Kapal

a. dasar rata (flat bottom), pada kapal-kapal besar
b. dasar semi rata (semi flat bottom), pada kapal sedang/ kecil
c. dasar landai (deep bottom), pada kapal berkecepatan tinggi.

2.3 Macam/ jenis Kapal

Berdasarkan jarak dan besarnya muatan menentukan bentuk teknis kapal, sedangkan menurut penanganan muatan akan menentukan ciri khas kapal.

Kapasitas angkut kapal diukur dengan satuan DWT (Dead Weight Ton), = selisih displacement (berat air ang dipindahkan akibat terapungnya kapal) yang dimuati penuh (extreme weight) terhadap kapal kosong (light weight) dihitung dalam satuan Ton Metrik. Atau DWT atau TDW = kemampuan daya muat barang di dalam kapal (Ton).



Gambar 2.1 Bentuk Teknis Kapal

2.4 Ukuran-ukuran Kapal

- ✓ L (o.a)," Length overall" adlah ektrim panjang kapal dalam satuan panjang, dihitung dari titik ekstrim haluan sampai dengan titik ekstrim buritan kapal.
- ✓ L (p.p)," Length between Perpendiculars" adalah ukuran jarak dalam satuan panjang, dihitung mulai dari titik ekstrim dari "designed load water-line pada titik perpotongan haluan dan poros kemudi.
- ✓ Midship, adalah titik tengah dari L (p.p)
- ✓ Midship section, adalah bentuk bidang perpotongan/ irisan kapal melalui titik Midship.
- ✓ Bredth (mld), adalah lebar ekstrim badan kapal melalui titik Midship.
- ✓ Depth (mld), adalah kedalaman (ketinggian) ekstrim badan kapal melalui titik Midship.
- ✓ Draft, draught atau "sarat", adalah ukuran kedalaman ekstrim antara "designed load water-line" dengan titik terendah lunas kapal.
- ✓ Knots, Kts, adalah satuan kecepatan dinyatakan dalam NM/H (Nautical Miles per Hour).

Tabel 2.1 Ukuran Dasar Karakteristik Kapal

JENIS ANGKUTAN LAUT	UKURAN KAPAL (DWT)	L (o,a)	B (mld)	DRAFT DRAUGHT
- Muatan umum				
Regional	2.350	79,10	14,20	4,70
	3.000	100,00	16,00	5,20
- Muatan				
Konvensional	18.000	170,00	26,00	10,00
- Muatan peti kemas				
(container)	22.000	210,00	30,50	9,50
- Curah khusus	40.000	200,00	32,00	11,00
- Tanki minyak	40.000	200,00	32,00	11,00

2.5 Urutan Kegiatan dan Data Pendukung Dalam Merencanakan Pelabuhan

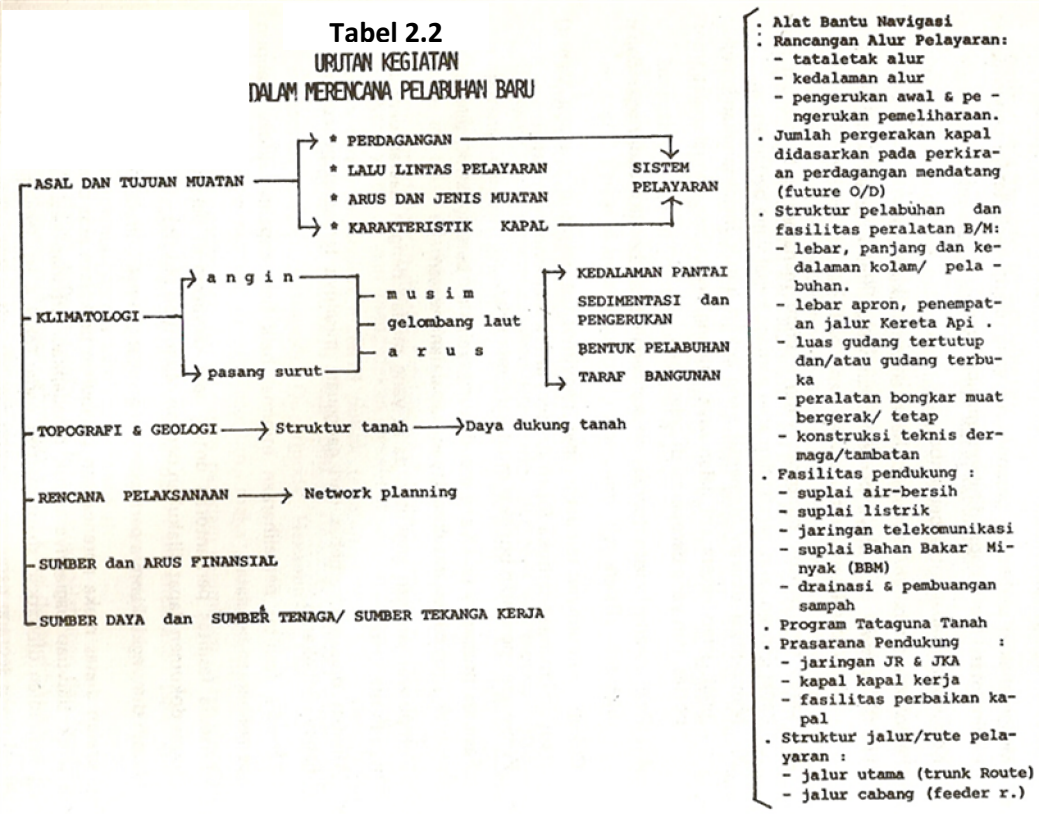
a. asal dan tujuan muatan; jenis muatan
b. klimatologi, meliputi : angin, pasang surut, sifat air laut
c. topografi, Geologi, struktur tanah
d. rencana pembiayaan, ukuran keberhasilan secara ekonomis dilihat dari segi investasi
e. pendayagunaan modal ditinjau dari segi operasional, terutama dalam penanganan muatan
f. kaitan pelabuhan dengan jenis kapal yang menyinggahinya dan sarana/ prasarana angkutan lain yang mendukung kegiatan pelabuhan dengan daerah pendukungnya secara keseluruhan
g. kaitan pelabuhan dengan pelabuhan lainnya dalam rangka lalu-lintas dan system jaringan guna mendukung perdagangan.

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam melakukan perancangan pelabuhan :

a. kapal harus dapat dengan mudah ke luar masuk pelabuhan dan bebas dari gangguan gelombang dan cuaca, sehingga navigasi kapal dapat dilakukan,
b. tersedia ruang gerak kapal di dalam kolam dan dalam pelabuhan. Gerakan memutar kapal untuk mengarah ke luar pelabuhan harus dimungkinkan sebelum kapal ditambatkan,
c. pengerukan mula (capital dredging) dan pemeliharaan pengerukan (maintenance dredging) yang minim,
d. mengusahakan perbedaan pasang surut yang relative kecil, tetapi pengendapan (sedimentasi) harus dapat dihilangkan/ diperkecil,
e. kemudahan kapal untuk bertambat,
f. pembuatan tambatan/ dermaga diusahakan sedemikian rupa agar :
    1) biaya awal dan biaya pemeliharaan yang minim, tetapi kuat memikul muatan, peralatan dan tumbukan kapal pada saat menambat,
    2) letak dan bentuk tambatan yang mampu menampung bermacam jenis kapal dengan sarat (draft) dan atau panjang kapal yang berlainan,
    3) mempunyai ukuran (dimensi) yang cukup untuk melaksanakan bongkar muat, jalan kereta api, jalan raya, gudang pelabuhan dan alat-alat transportasi lain yang beroperasi di pelabuhan,
    4) bagi barang khusus (curah) maka penanganan bongkar muat agar dapat dilakukan efisien.

g. Cukup mempunyai tempat-tempat penyimpanan tertutup (gudang transit) ataupun lapangan terbuka (open storage) untuk menampung muatan,
h. Penyediaan peralatan bongkar muat yang memadai,
i. Fasilitas prasarana lain yang mendukung, yaitu air bersih, listrik, telepon, dan minyak yang cukup untuk melayani kapal dan muatan,
j. Mempunyai jaringan angkutan darat yang mudah dengan daerah pendukungnya (hinterland),
k. Muatan diusahakan bebas dari gangguan, misalnya terhadap pencurian dan bahaya kebakaran,
l. Tersedia fasilitas pemeliharaan minimal baik bagi kapalnya (dok) ataupun pemeliharaan peralatan,
m. Tersedia fasilitas perkantoran untuk para karyawan di pelabuhan, agar lalu lintas dokumen dapat dilakukan dengan cepat (non physic),
n. Masih dimungkinkannya perluasan/ pengembangan pelabuhan.

Tabel 2.2
URUTAN KEGIATAN
DALAM MERENCANA PELABUHAN BARU



Pertemuan ke-3

BAB III
ANGIN

Pengetahuan sifat angin sangat penting bagi perencana pelabuhan karena :

1) Angin mempunyai pengaruh besar dalam pengendalian kapal (maneuver), terutama pendekatan kapal pada 'mulut' pelabuhan,
2) Angin menimbulkan gaya-gaya horizontal yang perlu dipikul konstruksi pelabuhan,
3) Angin mengakibatkan gelombang laut. Gelombang ini menimbulkan gaya-gaya tambahan yang harus dipikul konstruksi bangunan pelabuhan.

Karena letak bumi terhadap matahari berbeda-beda dan berubah-ubah sepanjang tahun maka pada beberapa bagian bumi timbul perbedaan temperature udara. Hal ini mengakibatkan terjadinya gerakan udara dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah dan inilah yang disebut angin.

Kecepatan gerakan udara bergantung pada besarnnya perbedaan tekanan dan jaraknya. Secara umum hubungan antara tekanan, temperature, dan kecepatan udara dapat dinyatakan sesuai hokum Gay Lussac, yaitu :

$$P.V = R.T$$

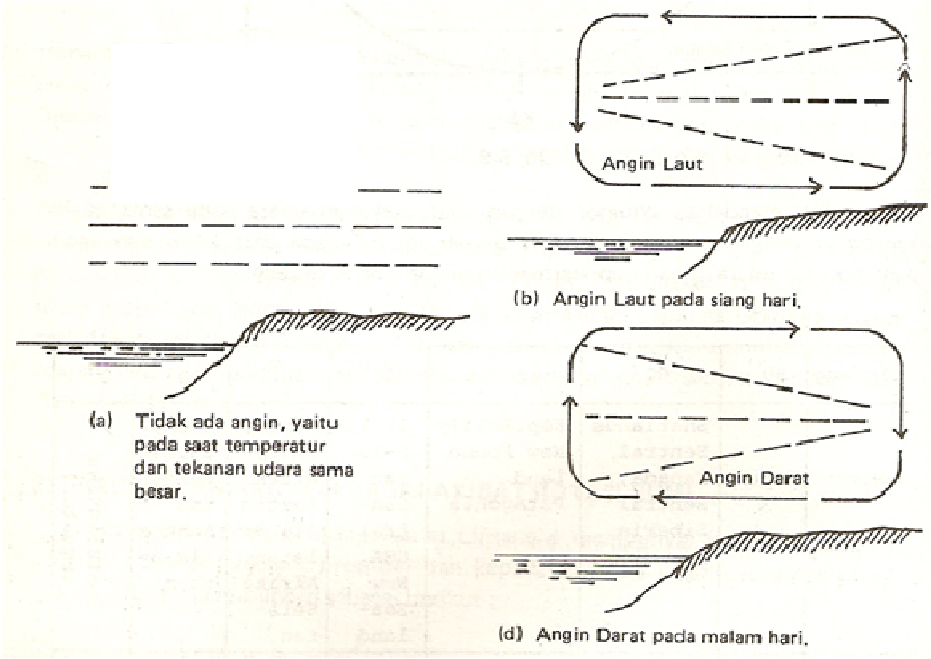
Dalam hal ini :

P = perbedaan tekanan
V = kecepatan perpindahan udara
R = konstanta
T = perbedaan temperature

3.1 Angin Darat dan Angin Laut

Penyerapan panas matahari oleh daratan berbeda dengan penyerapan bagian laut. Daratan lebih mudah menyerap panas daripada lautan sehingga pada satu keadaan penyerapan daratan akan lebih panas daripada lautan. Hal ini berakibat adanya perbedaan temperature dan tekanan atas bagian-bagian udara di atasnya. Apabila tanah dan ail laut dengan luas tertentu mendapatkan penyinaran yang bersamaan maka lapisan-lapisan udara di atas air akan lebih dingin daripada lapisan-lapisan udara di atas tanah. Mula-mula lapisan udara di atas tanah dan air mempunyai temperature yang sama besar dan tekanan udaranyapun sama dan lapisan udara tersebut merupakan lapisan-lapisan dengan tekanan yang sejajar. Pada siang hari saat matahari menyinari bumi, daratan lebih panas daripada lautan. Volume udara di daratan mulai mengembang jadi tekanan udara dalam lapisan-lapisan tersebut berkurang, sedangkan lapisan-lapisan udara di atas lautan sebaliknya (massa udara bertambah). Akibat perbedaan tekanan ini maka di lapisan bagian bawah terjadi suatu aliran udara dari laut ke daratan, sedangkan di lapisan bagian atas aliran udara tersebut berlawanan. Peredaran pergerakan udara ini membentuk gerakan lingkaran. Keadaan ini disebut *angin laut*.

Pada malam hari diwaktu matahari terbenam, maka daratan lebih mudah melepaskan panas yang telah diserap daripada lautan sehingga lapisan udara di atas lautan lebih panas dan lapisan udara di atasnya tekanannya berkurang dibandingkan dengan tekanan udara di lapisan-lapisan di atas daratan. Pada saat ini terjadi arus pergerakan melingkar yang berlawanan dengan pada saat siang hari. Pergerakan udara ini disebut *angin darat*.



Gambar 3.1 Pergerakan angin darat dan laut

3.2 Angin Musim (Monsoon)

Pada angin musim keadaannya bekerja tetap tiap-tiap tahun, yaitu disebabkan adanya musim dingin dan musim panas pada bagian daratan-daratan besar di bumi akibat letak bumi terhadap matahari yang berubah secara siklus (periodic) sepanjang tahun. Angin musim terdapat di Indonesia sebagai akibat dari perbedaan keadaan di benua Australia dan Asia. Pengaruh angin musim ini meliputi daerah yang luas dan saat yang panjang, khususnya pada beberapa lokasi di daerah Indonesia menimbulkan musim hujan dan musim kemarau.

3.3 Muatan dan Tekanan Angin

Angin yang bekerja pada bangunan-bangunan menimbulkan suatu tekanan yang berbentuk muatan sebagai akibat perubahan kecepatan pada sekitar bangunan yang harus dipikul konstruksi bangunan tersebut. Besarnya tekanan muatan ini dinyatakan dalam 'Buku Peraturan Muatan Indonesia 1970 atau NI-18' yang menyatakan bahwa :

$p = v^2/16$

Dalam hal ini :

p = tekanan tiup (Kg/m^2) dengan $p_{min} = 40$

v = kecepatan angin (m/dtk)

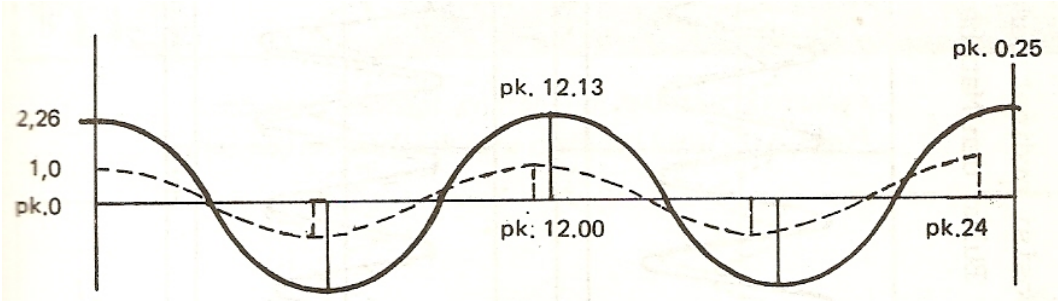
Pertemuan ke-4

BAB IV
PASANG SURUT

Pengetahuan pasang surut sangat penting bagi perencanaan pelabuhan. Nilai yang menyatakan ketinggian muka air pasang surut didasarkan pada hasil pengukuran yang biasanya dilakukan dengan alat pengukur yang dapat diukur setiap jam/ hari. Pengukuran ini memberikan pandangan selisih kedalaman pada saat-saat pasang dan surut (average range of tides).

Gerakan permukaan air laut berubah-ubah yang diakibatkan oleh adanya gaya-gaya tarik dari benda-benda di angkasa. Bumi yang menjadi satelit dari system tata surya dan bulan sebagai satelit bumi, keduanya menimbulkan gaya-gaya yang mempunyai pengaruh atas tinggi rendahnya permukaan air laut.

Jika kita membandingkan besarnya factor pengaruh bulan dan matahari terhadap permukaan air laut di bumi, maka pasang surut akibat gaya tarik bulan lebih menentukan, menurut perhitungan hingga 2.26 kali lebih besar daripada matahari. Hal ini terutama diakibatkan oleh perbedaan jumlah waktu berotasi antara bumi terhadap matahari (24 jam) dan bulan terhadap bumi (24 jam 50 menit).



Gambar 4.1 Posisi bumi terhadap bulan atau matahari yang mengakibatkan terjadinya pasang surut

Keadaan pasang tertinggi (MHHW = Mean Highest High Water, spring tides) akan terjadi bila terdapat posisi bumi – bulan – matahari berada pada satu garis lurus, yaitu pada saat bulan baru atau bulan purnama (full moon). Keadaan surut (neap tides) pada kuartal terakhir tiap bulan (the last quarter of the moon).

4.1 Komponen-komponen Pasang Surut

Sebagaimana diuraikan di atas bahwa pasang surut (air laut) adalah naik turunnya permukaan air (air laut) secara periodic/ harmonis akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa (terutama bulan dan matahari). Adapun tipe pasang surut terbagi dalam 2 macam :

- Diurnal, yaitu jika pada suatu lokasi dalam satu hari satu malam (24 jam) terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

- Semi Diurnal, yaitu jika pada suatu lokasi dalam satu hari satu malam (24 jam) terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.

Untuk memperkirakan keadaan pasang surut terdapat banyak komponen yang mempengaruhinya. Di Indonesia melalui Jawatan Hidrograf ALRI memperhitungkan 7 komponen. Komponen utama adalah sebagai akibat dari gaya tarik bulan dan matahari (Lunan and Solar Component). Komponen lainnya adalah non astronomis.

Data-data pasang surut yang perlu diketahui seorang perencana pelabuhan antara lain :

- MSL (Mean Sea Level)
- MLW (Mean Low Water)
- MLWS (Mean Low Water Surface)
- MLLW (Mean Lowest Low Water)
- MHW (Mean High Water)
- MHWS (Mean High Water Surface)
- MHHW (Mean Highest High Water)

Pengaruh pasang surut tidak hanya dipengaruhi oleh bulan dan matahari tetapi dipengaruhi pula oleh lima benda angkasa lain seperti yang dijelaskan pada table berikut :

Tabel 4.1 Pengaruh pasang surut oleh benda angkasa

Nomenklatur benda angkasa	Jenis Pasang Surut	Periode Pasang Surut	Amplitude
M_2	Pasang Bulan ganda harian	12.4 jam	Bergantung pada lokasi yang diukur (dalam mil laut)
S_2	Pasang Matahari ganda harian	12.0 jam	
N_2	Pasang Ellips ganda harian	12.6 jam	
K_2	Pasang Deklinasi ganda harian	11.97 jam	
K_1	Pasang Deklinasi tunggal harian	23.93 jam	
O_1	Pasang Deklinasi tunggal harian	25.8 jam	
P_1	Pasang Deklinasi tunggal harian	24.07 jam	

4.2 Arus Pasang Surut dan Pengendapan

Khusus pada pelabuhan yang dibangun di muara, dua hal penting yang harus diperhatikan :

a. Navigasi melalui muara harus cukup aman,
b. Pengendapan (sedimentasi) harus cukup kecil.

Kedua hal ini sangat bertentangan. Di satu pihak keamanan navigasi membutuhkan mulut pelabuhan harus besar, tetapi hal ini menyebabkan kecepatan arus rendah sehingga mempermudah terjadinya sedimentasi. Sebaliknya mulut pelabuhan yang kecil mengurangi keamanan navigasi tetapi menghindarkan terjadinya pengendapan. Jadi harus dicari besaran antara keduanya. Gerakan air akibat pasang surut ini menjadi arus berputar (rotating movement) yang disebut 'vortex' (walze).

Pertemuan ke-5

BAB V
GELOMBANG LAUT

Ketinggian gelombang laut sangat berpengaruh terhadap keamanan pelabuhan dan besarnya sangat bergantung pada kegunaan pelabuhan. Sebagai gambaran umum di bawah ini disajikan skema criteria besar gelombang yang cukup agar suatu jenis kapal dapat melakukan bongkar muat.

Tabel 5.1 Skema Kriteria Besar Gelombang

	Ukuran Kapal	Ukuran Tinggi Gelombang
Barang padat umum	Kapal : 1000 DWT Kapal : (1000 – 3000) DWT Kapal : (1300 – 15000) DWT	maks. 0,2 m maks. 0,6 m maks. 0,8 m
	Kapal Ro/Ro (Roll on Roll off)	maks. 0,2 m
Barang cair/ gas	Kapal Tanker (uk. 50.000 DWT)	maks. 1,2 m
Barang khusus	LASH(Lighter Aboard Ship) Kapal Peti Kemas BACAT (Barge Aboard Catamaran)	maks. 0,6 m

Secara umum dapat dikatakan bahwa gelombang laut ditimbulkan karena angin, meskipun dapat pula disebabkan oleh macam-macam sebab seperti letusan gempa di dasar laut, tsunami, gerakan kapal, dll.

5.1 Karakteristik Umum Gelombang Laut

Pada perairan terbuka bentuk gelombang mendekati bentuk lengkung sinusoidal, dalam hal ini arah perambatannya dinyatakan dengan sudut kemiringan terhadap arah angin. Dalam memperkirakan besarnya gelombang yang merupakan fungsi dari kecepatan, tekanan, waktu dan ruang, digunakan model matematika dengan menganggap bahwa :

a. Masa air yang menggelinding digambarkan sebagai gerakan dalam bidang vertikal terhadap sumbu horizontal,
b. Penampang bidang vertikal ini tegak lurus terhadap arah perambatan gelombang yang merupakan lengkung trochoidal,
c. Partikel gelombang bergerak merata dan teratur dalam bentuk lingkaran, memenuhi syarat yang tekanannya berbentuk trochoidal dengan jari-jari lingkarannya berkurang makin ke dalam menurut deret ukur.

Waktu : $T = \sqrt{\frac{2\,\pi}{g}}L$

Panjang Gelombang : $L = \frac{T^2 g}{2\pi}$

Kecepatan Gelombang : $v = \frac{L}{T} = \sqrt{\frac{g\,L}{2\pi}}$

Frekuensi : $f = \frac{1}{T} = \sqrt{\frac{g}{2\pi L}}$

Frekuensi Sirkulasi : $\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{2\pi g}{L}}$

Kecepatan Orbit : $v = \omega \cdot a = \sqrt{\frac{2\pi g}{L}}\, a$

Amplitudo Gelombang : $a = a_o e^{-2\pi y/L}$

Energy : $E = \frac{1}{2} a^2 \rho g$

Dalam hal ini :

L = panjang gelombang

a = amplitude gelombang

a_o = amplitude pada permukaan

y = kedalaman pengamatan

ρ = berat jenis

Tinggi gelombang H dapat dihitung berdasarkan rumus Thomas Stevenson :

Satuan metric :

$H = 0{,}0106\sqrt{F}$

Dalam hal ini : H dalam m dan F dalam Km.

Atau satuan Anglo Saxson :

$H = 1.5\sqrt{F}$ untuk F>30NM

$H = 1.017\sqrt{UF} + 2{,}5 - \sqrt[4]{F}$ untukF<30NM

Dengan catatan : H dalam feet dan F dalam NM, 1 NM=5280 ft = 1.6093 km.

H = tinggi gelombang

F = fetch, jarak antara timbulnya angin sampai lokasi gelombang

U = kecepatan angin

Fetch ditetapkan berdasarkan 'synoptic weather map' ialah peta cuaca yang menggambarkan garis-garis isobar yang diedarkan oleh BMG.

5.2 Hubungan Angin dan Karakteristik Gelombang.

Meneliti gerakan air laut maka umumnya dapat dikatakan sebagai gelombang harmonis yang dapat dibagi dalam :

a. gelonmbang heroskalasi,
b. gelombang translasi

Bentuk dan besaran dari gelombang laut bergantung dari empat factor yaitu :

a. kecepatan angin (u),
b. lamanya angin bertiup (T_u),
c. kedalaman laut dan luasnya perairan,
d. fetch (F), yaitu jarak antara terjadinya angin sampai lokasi gelombang tersebut.

secara empiris hubungan tersebut dinyatakan dalam :

$H = 0{,}0106\sqrt{F}$

5.3 Klasifikasi Gelombang

Gelombang dari perairan dalam menuju pantai akan mengalami dua perubahan yakni :

a. shoaling, yaitu perubahan tinggi gelombang karena pengaruh pendangkalan (di daerah pantai),
b. refraksi, yaitu pembelokan arah rambatan gelombang akibat kedalaman yang tidak teratur.

Klasifikasi gelombang biasanya didasarkan atas nilai perbandingan antara kedalaman (d) dengan panjang gelombang (L) yaitu (d/L). nilai ini biasa disebut pula kedalaman relative. Pembagian klasifikasi adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 Klasifikasi Jenis Gelombang

d/L	Batas nilai kd (2 d/L)	Jenis Gelombang
$> \frac{1}{2}$	$\pi \rightarrow \sim$	Gelombang pada perairan dalam (gelombang pendek)
$\frac{1}{20} < \frac{d}{L} < \frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{10} \rightarrow \pi$	Gelombang pada perairan antara
$< \frac{1}{20}$	$0 \rightarrow \frac{\pi}{10}$	Gelombang pada perairan dangkal (gelombang panjang)

Tabel 5.3 Klasifikasi Gelombang berdasarkan kedalaman

Klasifikasi	d/L	2d/L	Tanh 2d/L	L	C
Perairan Dalam	> 0.5	> 0.25	1	L_o	L_o/T_o
Perairan Peralihan	0.004 – 0.5	0.25	Tanh 2d/L	L_o Tanh 2d/L	L/T_o
Perairan Dangkal	< 0.5	< 0.25	2d/L	$C.t_o$	$V_o.d$

Dalam hal ini : $L_o = \frac{g T^2}{2}$ dan $C_o = \frac{g T}{2}$

Perambatan gelombang dari perairan laut dalam biasanya menuju ke perairan laut dangkal untuk kemudian berakhir pada pantai. Kecepatan rambat gelombang pada perairan dangkal ini di dapat dari hasil perkalian kecepatan pada perairan dalam dengan factor c, yakni $c\sqrt{(b/a)}$ yaitu akar dari perbandingan sumbu vertikal dan sumbu horizontal dari lingkaran ellips yang terbentuk saat terjadi perubahan kedalaman.

Secar teoritis bila d/L < 1/25, maka :

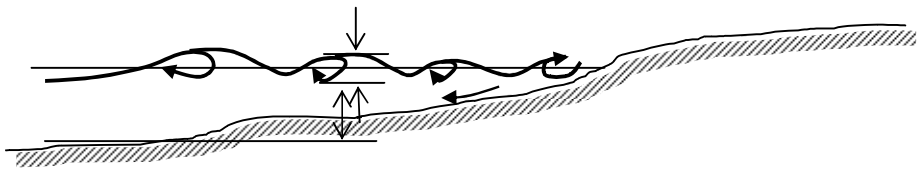
$v^2 = gL/2\pi \cdot \tanh \frac{2\pi d}{L}$ dalam hal ini : $\tanh \frac{2\pi d}{L} \cong \frac{2\pi d}{L}$

atau $v^2 = gd$ → $v = \sqrt{(gd)}$

sedang panjang gelombang adalah : $L = \frac{T^2}{2\pi} \cdot \tanh \frac{2\pi d}{L}$

5.4 Refraksi Gelombang

Gelombang merambat dari perairan dalam ke perairan dangkal dan terus ke pantai. Pada suatu saat kecepatan maju dari puncak-puncak partikel melebihi daripada kecepatan merambat gelombang itu sendiri. Pecahnya gelombang ini biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai, puncak gelombang menjadi tajam dengan kedalamannya mencapai seperempat dari tinggi gelombang dan akhirnya terjadi gelombang pecah (refraksi). Bila keadaan pantai landai, ada kemungkinan bahwa gelombang tersebut tidak pecah tetapi pemantulan gelombang (wave refraction).



Gambar 5.1 Refraksi gelombang

5.5 Difraksi gelombang pada Bangunan Pemecah Gelombang atau Sejenis.

Untuk memungkinkan agar kapal dapat melakukan bongkar muat, maka biasanya dibuatlah pelabuhan buatan. Pelabuhan ini dibangun dengan maksud memperkecil tinggi gelombang datang, yaitu dengan cara melindungi daerah lautnya dengan pemecah gelombang (break water). Sebagian dari gelombang ini akan dipantulkan atau pecah. Kemungkinan lain yaitu sebagian gelombang tersebut terus melampaui struktur pemecah gelombang tersebut. Dengan adanya rintangan ini maka akan terjadi pembelokan arah maupun perubahan karakteristik gelombang yaitu tinggi/ panjang/ waktu gelombang. Gejala semacam ini biasa disebut difraksi gelombang.

5.6 Energi Gelombang

Energi gelombang terdiri dari energy kinetis dan energy potensial. Berdasarkan penyelidikan Wiegel dan Johnson, maka :

a. Perairan Dalam $\mathrm{E} = 8\mathrm{LH}^2 \left(\ell - 2{,}935 \frac{\mathrm{H}^2}{\mathrm{L}^2} \right)$

b. Perairan Dangkal $\mathrm{E} = 8\mathrm{LH}^2 \left(\ell - 4{,}935 \frac{\mathrm{H}^2}{\mathrm{L}^2} \right)$

Dalam hal ini :

d = dalam perairan
E = energy
L = panjang gelombang
H = tingi gelombang
C = koefisien dengan nilai sesuai table

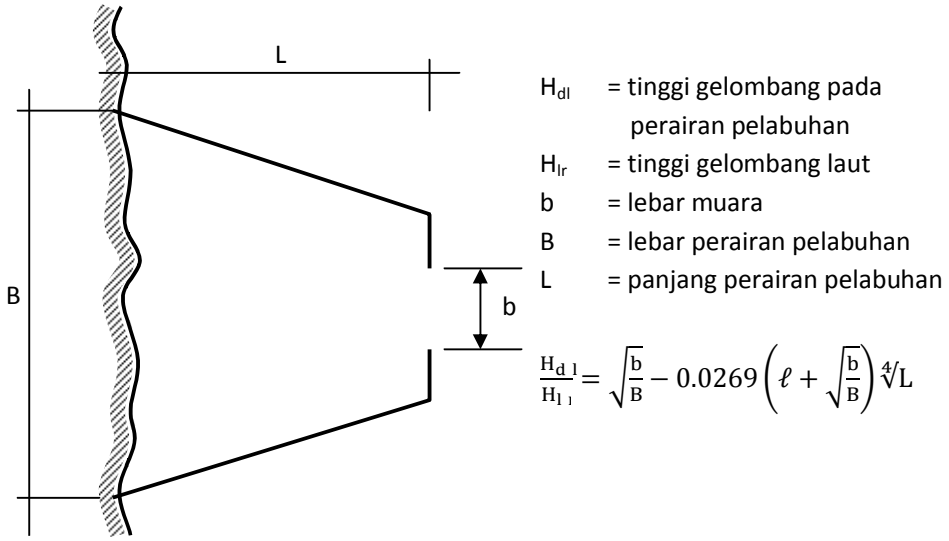
Tabel 5.4 Koefisien C

d/L	0.1	0.2	0.3	0.4
C	3.35	1.39	1.08	1.0

Pertemuan ke-6

BAB VI
PEMECAH GELOMBANG (BREAK WATER)

Pemecah gelombang merupakan pelindung utama bagi pelabuhan buatan. Maksud dasar dari pemecah gelombang adlah melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang dan melakukan bongkar muat. Untuk memperkecil gelombang pada perairan dalam bergantung pada tinggi gelombang (H), lebar muara (b), lebar perairan pelabuhan (B), dan panjang perairan pelabuhan (L), mengikuti rumus empiris Thomas Stevenson.

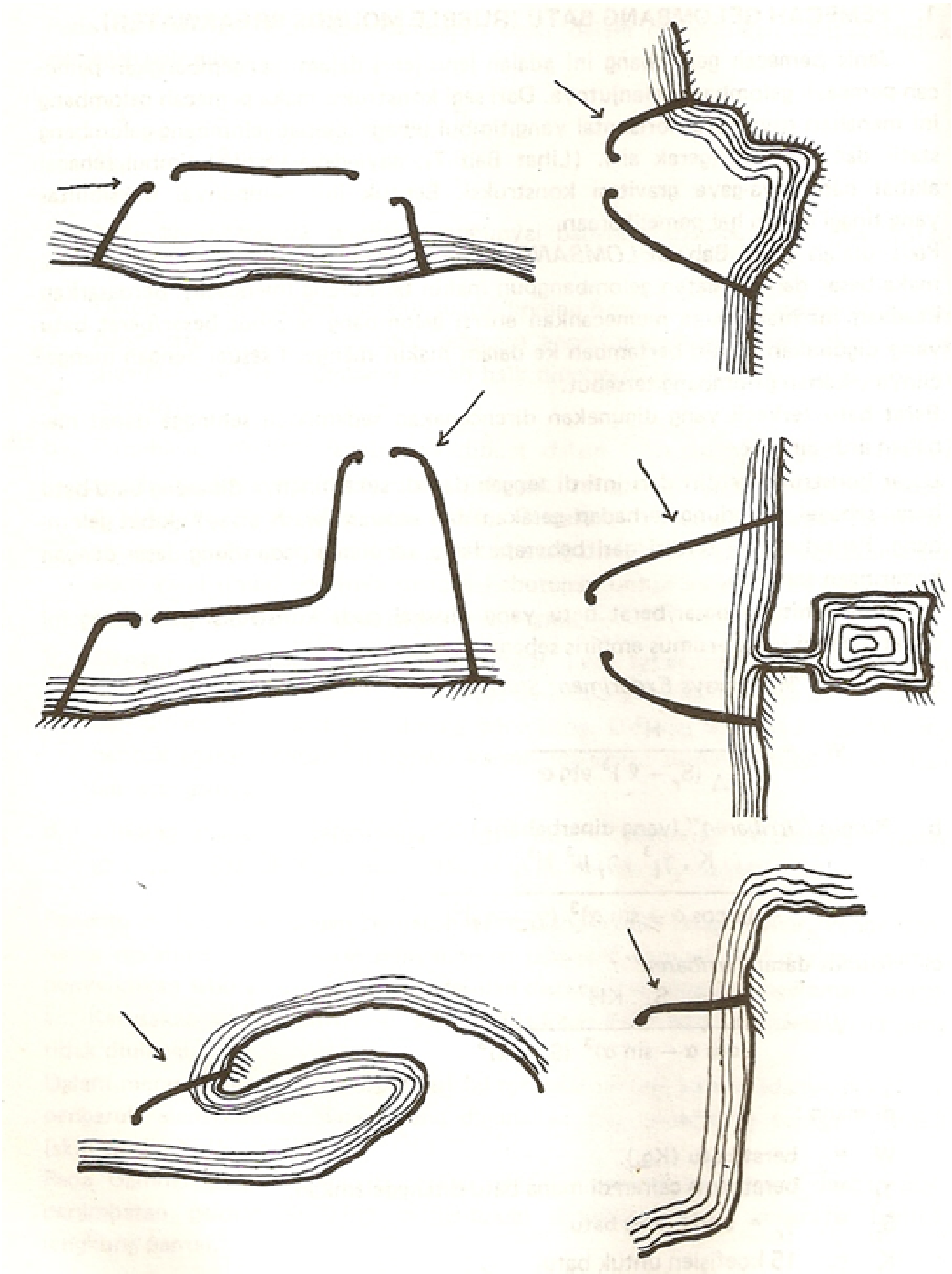


Gambar 6.1 Parameter Brekwater

Adapun bentuk dasar dan syarat teknis pemecah gelombang sebagai berikut :

a. Gelombang disalurkan melalui suatu dinding batu miring atau memecah gelombang batu (Rubble mounds), sehingga energy gelombang dihilangkan secara gravitasi, karena gelombang pecah baik di permukaan batu atau mel;alui celah-celahnya.
b. Batu-batu tersebut dapat pula dibuat dalam bentuk-bentuk secara buatan misalnya dari beton bertulang sebagai : *tetrapods, quadripods, hexapods, tribars, midified cubes atau dolos.* Pemakaian batu-batu buatan (artificial stones) ini digunakan bila pada lokasi yang diinginkan sukar didapatkan batu alam yang sesuai beratnya dengan kebutuhan untuk memecahkan gelombang atau pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya.
c. Dengan membangun suatu dinding tegak (wall type) yang cukup ketinggian dan kekuatannya sedemikian sehingga gelombang tersebut dapat didifraksikan dan dihapuskan karena pecahnya gelombang. Dinding vertikalini dapat berbentuk macam-macam, misalnya kaison (caissons) silindris, kotak (box), dlsb.

d. Dinding pemecah gelombang dengan diberi “penyerap gelombang” (wave absorber). Bentuk dan dimensi penyerap ini bermacam-macam.



Gambar 6.2 Macam-macam Bentuk Break water

6.1 Pemecah Gelombang Batu (Rubble Mounds Breakwater).

Dari segi konstruksi maka pemecah gelombang jenis ini menahan gaya-gaya horizontal yang timbul sebagai akibat gelombang-gelombang statis dan dinamis (gerak air). Gaya-gaya vertikal timbul sebagai akibat dari gaya-gaya gravitasi konstruksi.

Semakin dalam maka besar dan kekuatan gelombangpun makin berkurang (mengecil), maka berdasarkan keadaan ini maka guna memecahkan energy gelombang tersebut besar/ berat batu yang digunakan makin bertambah dalam makin mengecil sesuai dengan mengecilnya tekanan gelombang tersebut.

Dasar konstruksi terdiri dari inti di tengah dan di sekelilingnya dipasang batu-batu besar sebagai pelindung terhadap gerakan dan sapuan (wash away) akibat gelombang. Pelindung ini terdiri dari beberapa lapis, terutama pada ujung dasar dengan kemiringan tertentu.

Guna menghitung besar/ berat batu yang dipakai pada konstruksi gelombang ini dapat dipakairumus-rumus empiris sebagai berikut :

a. Rumus "Waterways Experiment Station" :

$$W = \frac{H^3}{K_\Delta (S_r - \ell)^3 \operatorname{ctg} \alpha}$$

b. Rumus "Irribaren"(yang diperbaharui) :

$$W = \frac{K \cdot \gamma_f^3 \cdot \gamma_r \mu^3 H^3}{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)^3 \ (\gamma_r - \gamma_f)^3}$$

c. Rumus dasar "irribaren) :

$$W = \frac{S_r \cdot KH^3}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 \ (S_r - \ell)^3}$$

Dalam hal ini :

W = berat batu (Kg)

γ_f = berat jenis cairan dengan batu ditenggelamkan

S_r = γ_r = berat jenis batu

K = 15, koefisien untuk batu = 9, untuk blok buatan

H = tinggi gelombang

α = kemiringan pemecah gelombang pada sisi laut

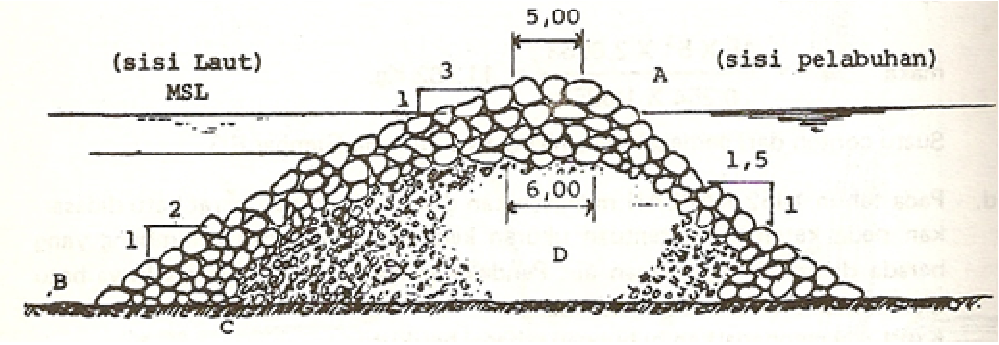
Untuk H = 5.00 m

$$\tan \alpha = \frac{1}{3} \rightarrow (\cos \alpha - \sin \alpha)^3 = 0.254$$

S_r = 2.6853

Maka $W = \frac{15 \times 2.6853}{0.254 \times 1.6853} = 11.762 \text{ Kg}$

Suatu contoh dari pemecah gelombang tipe ini seperti gambar di bawah ini :



6.3 Contoh Tipe Pemecah Gelombang

d. Pada tahun 1952 KAPLAN mengusulkan dalam penentuan berat batu didasarkan pada ketentuan-ketentuan ukuran kemiringan pemecah gelombang yang berada di bawah permukaan air. Pendekatannya yaitu prinsip rusaknya batu diakibatkan oleh arus dan gelombang.

KAPLAN mendapatkan hubungan sebagai berikut :

$$\sin(\Phi - \alpha) = \frac{K \cdot a}{W^{\frac{1}{2}} \cdot T}$$

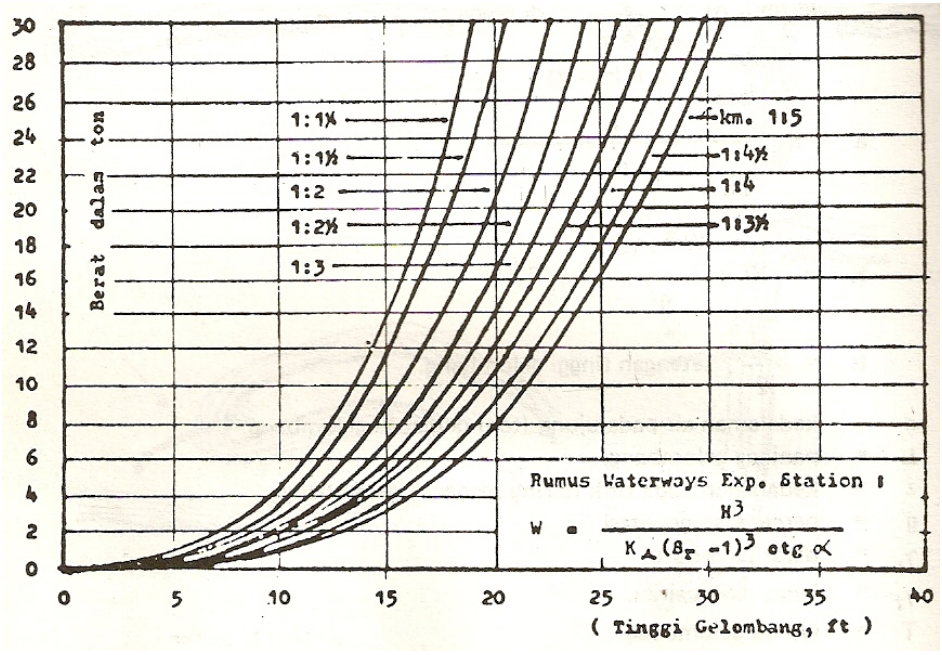
Di mana :

$$a = h \frac{\cos h \frac{2\pi(d-z)}{L}}{\sin h \frac{2\pi d}{L}}$$

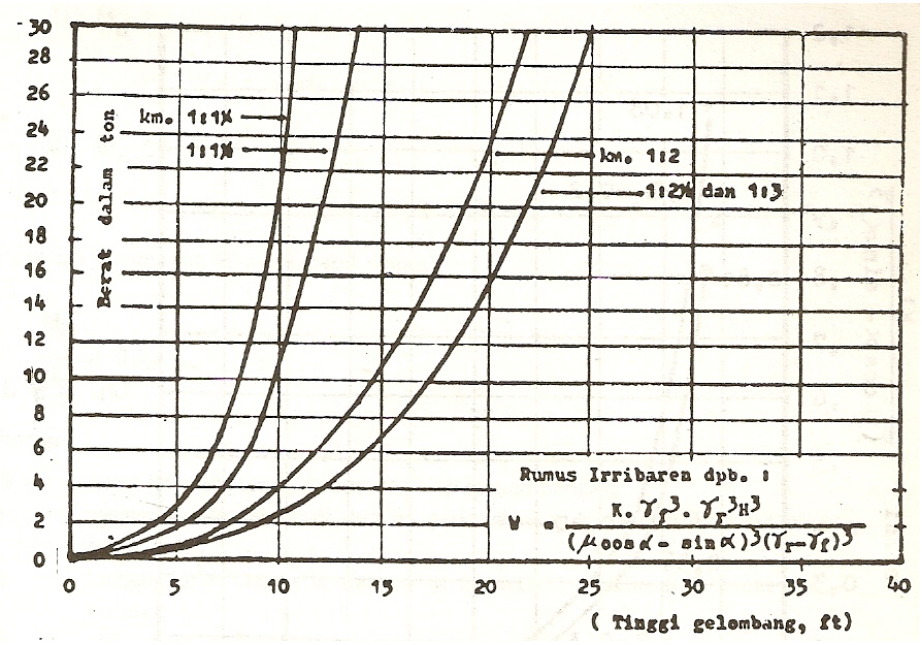
$$K = K' \left(\frac{W^{\frac{1}{2}} \cdot \gamma_f}{g} \right) \cdot \gamma_r^{-\frac{1}{2}}$$

H = H/2, setengah tinggi gelombang
d = kedalaman air pada ujung (toe) pemecah gelombang
L = panjang gelombang
z = kedalaman pada titik miring pemecah gelombang
g = percepatan gravitasi
γ_r = berat jenis batu
γ_f = berat jenis cairan
T = waktu gelombang
W = berat batu
Φ = sudut pergeseran dalam batu
α = sudut kemiringan pemecah gelombang sisi laut.

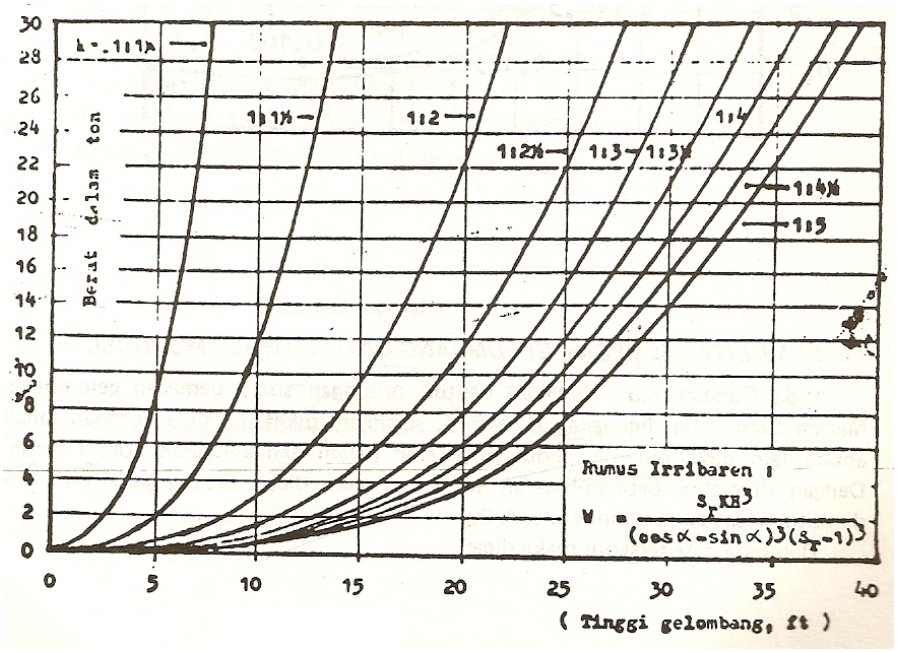
Berdasarkan keempat rumus di atas dibuatkan nomogram pada gambar di bawah ini.


Berat dalam ton
1:1¼
1:1½
1:2
1:2½
1:3
km. 1:5
1:4½
1:4
1:3½
Rumus Waterways Exp. Station :
$W = \frac{H^3}{K_\Delta (S_r - 1)^3 \operatorname{etg} \alpha}$
(Tinggi Gelombang, ft)

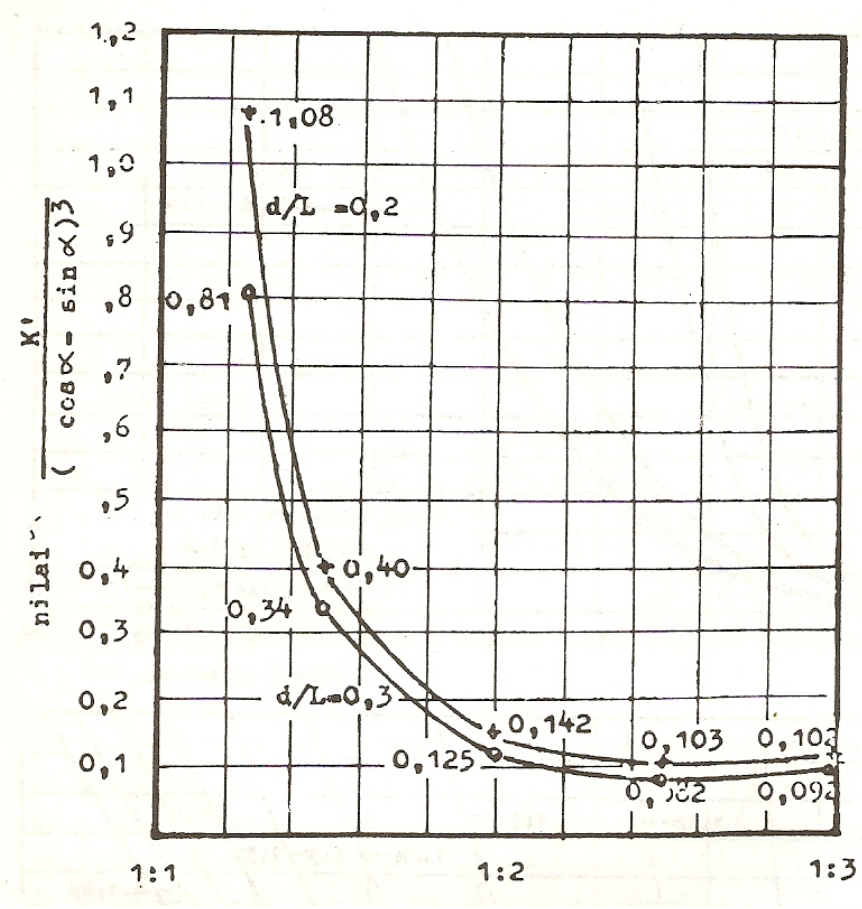
(a)


Berat dalam ton
km. 1:1¼
1:1½
km. 1:2
1:2½ dan 1:3
Rumus Irribaren dpb. :
$W = \frac{K \cdot \gamma_f^3 \cdot \gamma_r^3 H^3}{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)^3 (\gamma_r - \gamma_f)^3}$
(Tinggi gelombang, ft)

(b)



(c)



(d)

Gambar 6.4 Nomogram Hub. Berat Batuan vs Tinggi Gelombang

6.2 Stabilitas Pemecah Gelombang Batu (Rubble Mounds)

Macam batu yang digunakan perlu diketahui keadaan tanah antara lain daya dukung, sudut pergeseran dalam dan kekuatan kohesi tanah. Dengan diketahui besaran-besaran tersebut, maka dicari bidang geser terlemah dan titik pusat perputannya (titik O).

Dari data-data tersebut maka dicari :

1) $M_d = \sum_{i=1} W_i \cdot a_i$

$= W_1 \cdot a_1 + W_2 \cdot a_2 + W_3 \cdot a_3 + \ldots + W_n \cdot a_n$

2) $M_r = \sum_{i=1} W_i \cdot b_i + \sum_{i=1} F_i \cdot R + F_C \cdot R$

$= W_1 \cdot b_1 + \ldots + W_3 \cdot b_3 + F_i \cdot R + \ldots + F_C \cdot R + F_{1\ldots4} \cdot R_1 + F_C \cdot R$

Pemecah gelombang ini akan stabil, kalau :

$\frac{M_r}{M_d} > 1.25$

Notasi :

W = berat batu pemecah gelombang tiap satuan panjang,

a = lengan, jarak antara W dng garis vertikal melalui titik pusat perputaran (O)

b = lengan, jarak antara W dgn garis vertikal melalui titik pusat perputaran

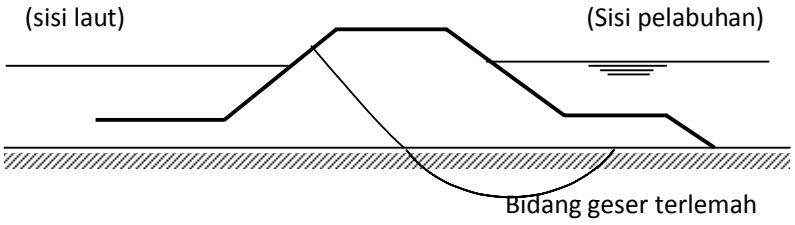
F_i = gaya geser = F . N_i

F_c = gaya kohesi

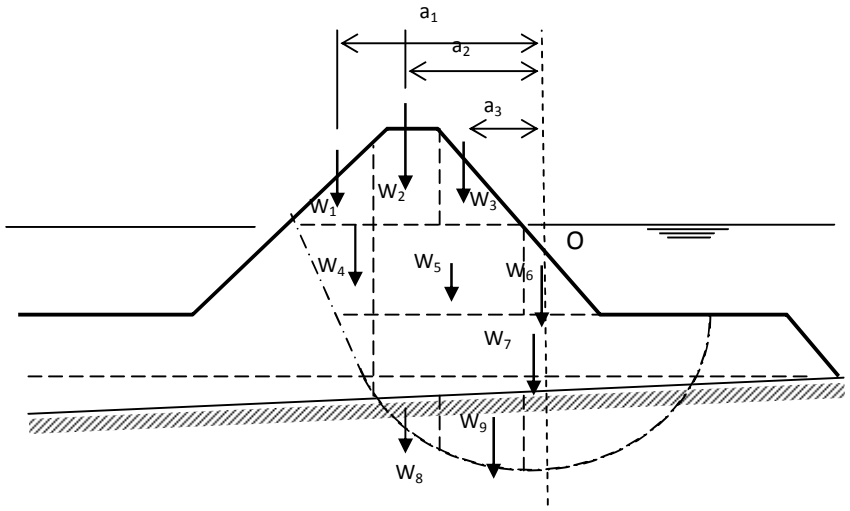
N = gaya normal tegak lurus terhadap busur

M_d = driving moment yaitu momen penggeser bangunan

M_r = resisting moment, momen penahan

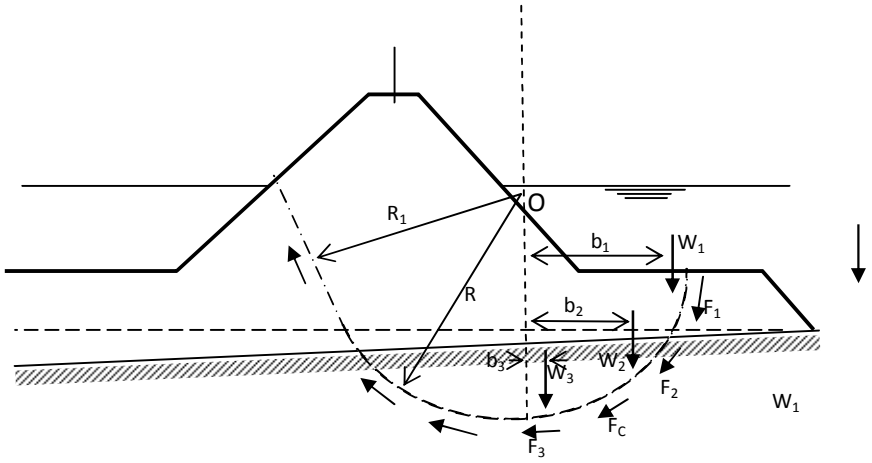


Gambar 6.5 Sketsa Bidang Geser pada Konstruksi Break Water



a. Gaya-gaya yang menimbulkan Momen Penggerser (Driving Moment).

$$M_d = \sum_{i=1} W_i \cdot a_i$$



b. Gaya-gaya yang menahan Momen Penggeser (Resisting Moment).

$$M_r = \sum_{i=1} W_i \cdot b_i + \sum_{i=1} F_i \cdot R + F_C \cdot R$$

Gambar 6.6 Gaya-gaya yang bekerja pada Konstruksi Break Water

Pertemuan ke-8

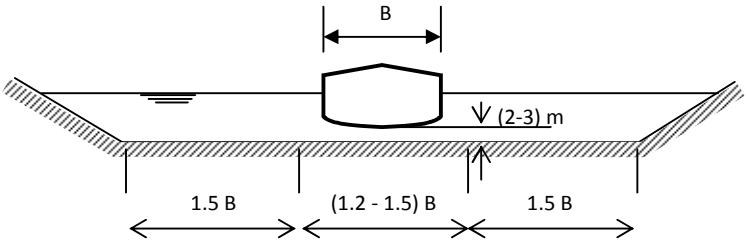
BAB VII
BEBERAPA PEMBATASAN PERANCANGAN PELABUHAN BERHUBUNG DNG NAVIGASI KAPAL.

Pelabuhan mempunyai fungsi melayani kapal. Salah satu bentuk pelayanan ini adalah navigasi kapal dalam mendekati pelauhan harus diusahakan mudah dan aman. Kesulitan timbul karena gerakan kapal yang terbatas (minimum ships maneuvers availability), dangangguan alam. Karena hal-hal tersebut maka perlu bagi perencanaan memperhatikan hal-hal ukuran alur pelayaran (ships channels), dan mulut pelabuhan (port entrance).

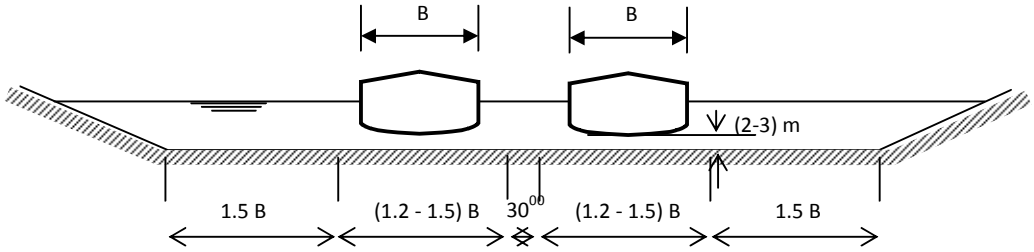
7.1 Ukuran Alur Pelayaran dan Kaitannya dengan Beberapa Fasilitas Lainnya.

Dalam menentukan ukuran (measurement) alur ini, perencana harus memperhatikan :

1) Besar kapal yuang akan dilayani (panjang, lebar, sarat, dan kecepatan kapal),
2) Jalur lalu lintas, yaitu searah atau dua jalur,
3) Bentuk lengkung alur, yang berkaitan dengan besaran jari-jari alur tersebut,
4) Besaran dari tempat putar kapal (turning circle) dan lokasinya,
5) Arah angin, arah arus, dan gerakan perambatan gelombang,
6) Stabilitas pemecah gelombang,
7) Arah kapal pada saat merapat pada dermaga



Gambar 7.1 Skema alur pelayaran untuk lalu lintas searah



Gambar 7.2 Skema alur pelayaran untuk lalu lintas dua arah

Bila lebar kapal adalah B, maka lebar jalur lalu lintas adalah (120 – 150)% B dan jalur pengaman adalah 150% B.

7.2 Navigasi Kapal pada Pendekatan di dalam Pelabuhan.

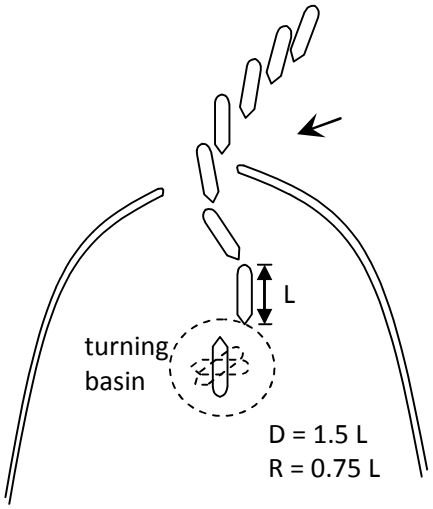
Gerakan kapal untuk masuk ke dalam suatu pelabuhan harus direncanakan karena dipersulit dengan adanya arus dan angin yang berubah. Gerakan ini biasa disebut navigasi atau maneuver kapal. Karena sifat-sifat yang khusus dan untuk menghindarkan suatu kecdelakaan, maka biasanya untuk masuk suatu pelabuhan perlu nakhoda meminta bantuan kepada syahbandar setempat (pandu). Kapal disandarkan dengan menghadap ke luar, hal ini dimaksudkan agar dalam hal kesulitan (kebakaran dan lain sebagainya) dapat segera ke luar pelabuhan dengan tenaga sendiri.

Navigasi ini meliputi :

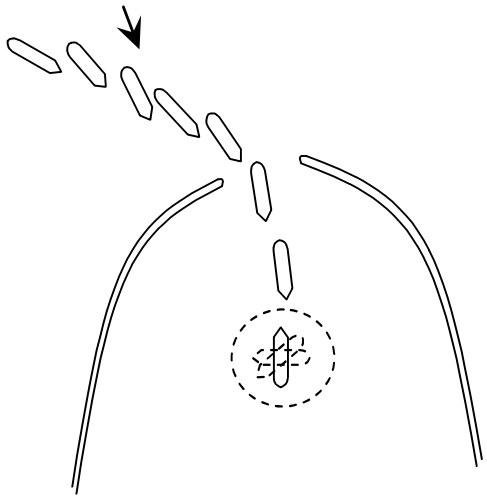
a. Pendekatan kapal untuk masuk pelabuhan,
b. Gerakan memutar pada kolam putar (turning basin),
c. Penambatan kapal.

Pada gerakan memutar dan penambatan kapal biasanya mesin utama kapal dihentikan dan kapal ditolong dengan kapal tunda.

Karena adanya gerakan kapal yang sulit untuk masuk ke pelabuhan, maka dianjurkan dalam merencanakan mulut pelabuhan untuk melayani kapal-kapal besar (> 10.000 DWT) dianjurkan antara 200^{00} – 300^{00})m.



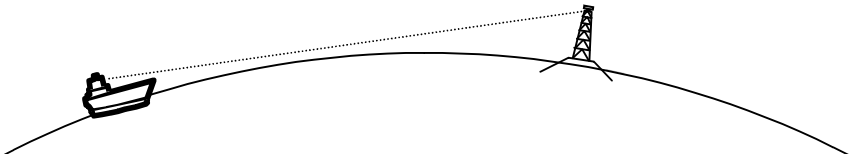
Gambar 7.3
Maneuver kapal pada saat adanya angin lintang (cross wind)



Gambar 7.4
Maneuver kapal pada saat adanya angin buritan (tail wind)

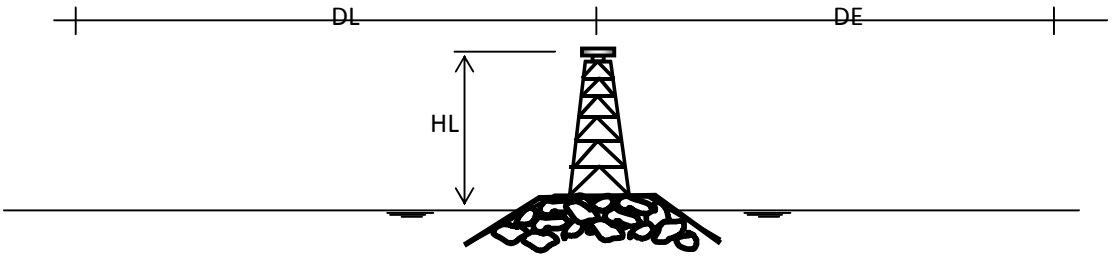
7.3 Beacon Light Tower

Saat kapal akan memasuki wilayah pelabuhan terutama pada saat malam hari diperlukan penuntun arah sehubungan dengan jarak pandang dan bentuk permukaan bumi (laut) yang bulat. Salah satunya adalah dengan membangun lampu suar. Jarak pandang akan menentukan tinggi menara lampu suar tersebut.



Gambar 7.5 Pandangan kapal terhadap lampu suar

a. Menentukan tinggi lampu suar (tower)



Gambar 7.6 Parameter Perencanaan Lampu Suar

DL + DE = jarak pandang ≤ 20 mile

DL + DE = –

Dalam hal ini :
DL + DE = Jarak oandang
HE= tinggi pandang (feet)
HL= tinggi menara (feet)

Pada kondisi normal, cerah, jarak pandang dibuat maksimum 20 mile = 32 km untuk perencanaan diambil 8 – 10 mile.

HE = T – d + 1.75
Dalam hal ini :
T = tinggi kapal (m)
d = draft muatan penuh (m)

Dengan memasukkan angka-angka tersebut selanjutnya diperoleh HL (tinggi menara).



Pertemuan ke-9

BAB VIII
PARAMETER DALAM PENENTUAN UKURAN PELABUHAN

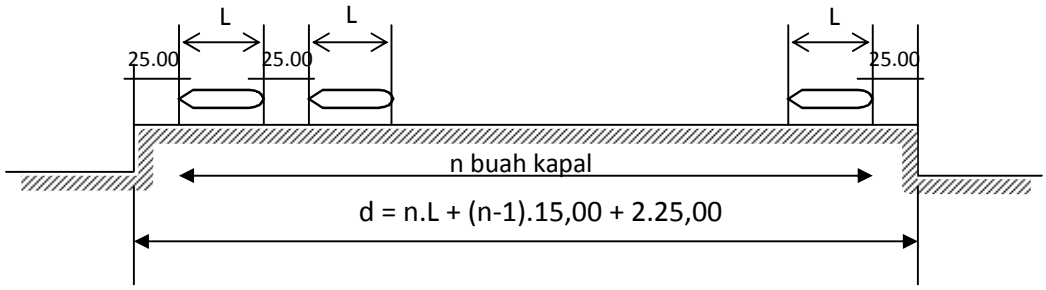
Ukuran suatu pelabuhan ditentukan berdasarkan panjang dermaga, lebar, kedalaman kolam dan daerah pendukung operasinya. Ke semua ukuran dasar ini menentukan sekali terhadap kemampuan pelabuhan terhadap kapal dan barang besar investasi yang diperlukan, sehingga penentuan yang tepat sangat membantu sekali kepada operasi pelabuhan yang efisien.

8.1 Panjang, Lebar, dan Kedalaman Dermaga

Secara garis besar dapat dikemukakan beberapa bentuk dasar sebagai berikut :

a. Bentuk dermaga memanjang, di mana muka dermaga adalah sejajar dengan garis pantai (shore-line); kapal-kapal akan bertambat berleret memanjang; ukuran, $d=Nl+(n-1)15^{00}+50^{00}$.

   Tambatan ini dibangun bila garis kedalaman kolam pelabuhan hamper merata sejajar dengan garis pantai. Bentuk ini biasa digunakan untuk pelabuhan peti kemas (container 28arbor), di mana dibutuhkan suatu lapangan terbuka (minimum 60 m), yaitu guna kelancaran dalam melayani penanganan operasi peti kemas-peti kemas. Secara illustrative dapat dilihat pada gambar pelabuhan Ashdod (Israel).

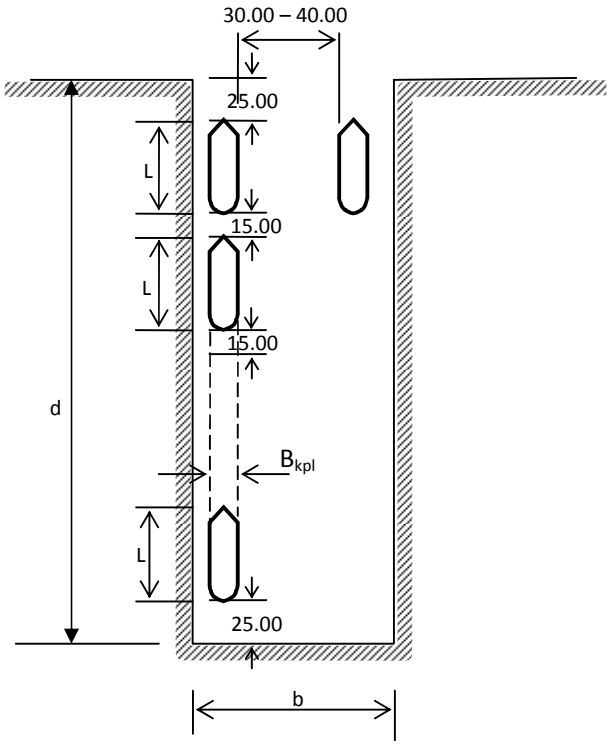


Gambar 8.1 Bentuk Dermaga Memanjang

b. Bentuk dermaga menyerupai jari (finger type wharf). Dermaga ini dibangun biasanya bila garis kedalaman terbesar menjorok ke laut dan tidak teratur. Khususnya dibangun untuk melayani kapal dengan muatan umum (geral cargo). Secara illustrative dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

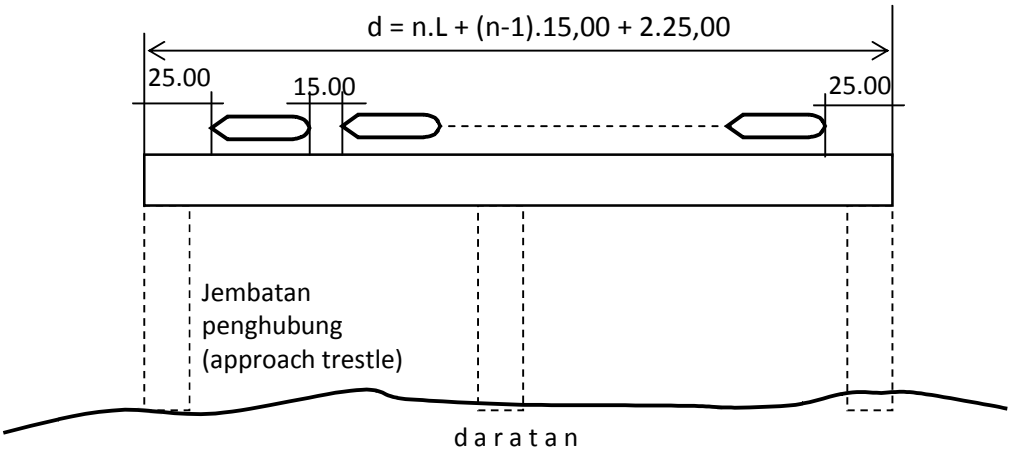
   Ukuran panjang dermaga : $d = nL + (n-1)15^{00} + 50^{00}$
   Lebar kolam : $b = 2B + (30^{00} – 40^{00})$

Contoh :pelabuhan Tanjung Priok, pelabuhan Surabaya.



Gambar 8.2 Bentuk Dermaga Menyerupai Jari

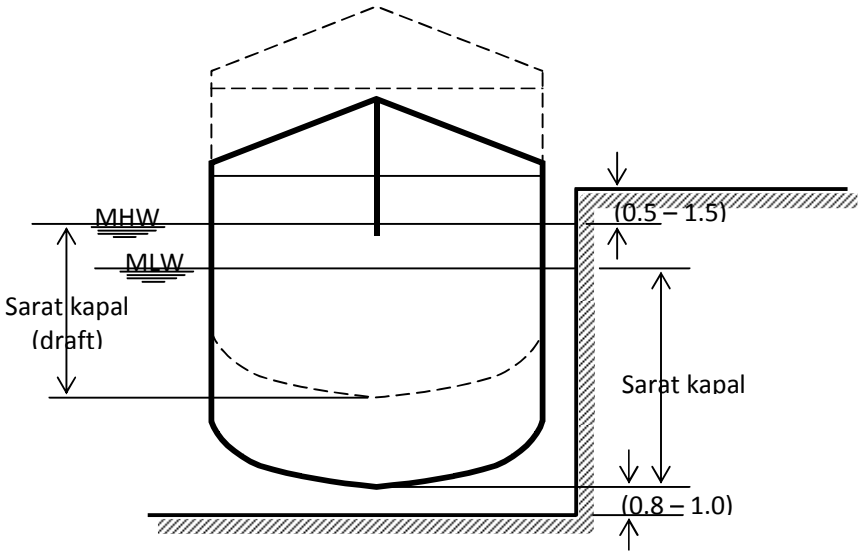
c. Bentuk pier. Dermaga ini dibangun bila garis kedalaman jauh dari pantai dan perencana tidak menginginkan adanya pengerukan kolam pelabuhan yang besar, berhubung dengan lingkungan stabilitasnya. Antara dermaga dan pantai dihubungkan dengan jembatan penghubung (approach trestle) sebagai penerus dari pergerakan barang. Jembatan penghubung dapat ditempatkan di tengah, di sisi atau suatu kombinasi.
   Contoh Pelabuhan Ambon, Ternate, dlsb.



Gambar 8.3 Bentuk Dermaga Pier

8.2 Kedalaman Kolam Pelabuhan dan Taraf (Niveau) Darmaga.

Pada umumnya kedalaman dari dasar kolam pelabuhan ditetapkan berdasarkan sarat maksimum (maks. Draft) kapal yang bertambat ditambah dengan jarak aman (clearance) sebesar (0,8-1,0) m di bawah lunas kapal. Jarak aman ini ditentukan berdasarkan ketentuan operasional pelabuhan (penambatan kapal dengan/ tanpa kapal tunda) dan konstruksi dermaga. Taraf dermaga ditetapkan antara (0,5-1,5) m di atas MHWS sesuai dengan besarnya kapal. Dimensi kedalaman kolam ini secara illustrative dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



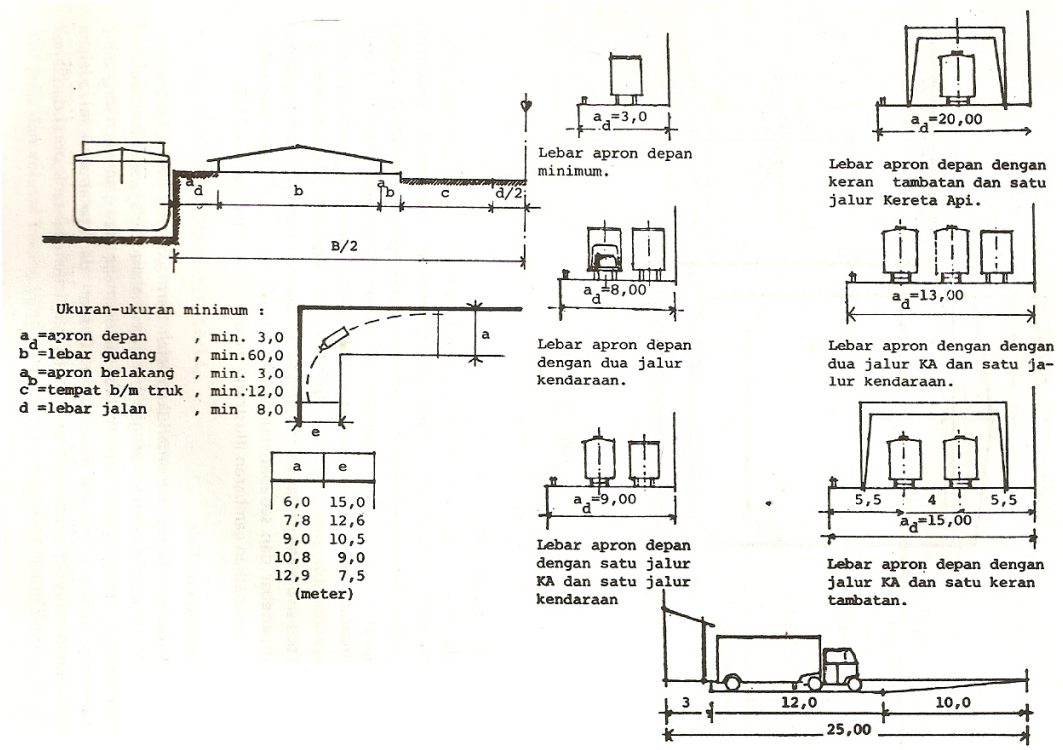
Gambar 8.4 Dimensi Kedalaman Kolam

8.3 Penentuan Lebar Dermaga.

Lebar dermaga ditentukan berdasarkan lebar apron depan, apron belakang, gudang dan jalan. Apron pada dermaga adalah bagian (area) sebelah muka dermaga sampai suatu muka gudang yang padanya terdapat pengalihan kegiatan angkutan laut (kapal) kepada kegiatan angkutan darat (kereta api, truk, dlsb). Dalam menentukan lebar dermaga banyak ditentukan oleh kegunaan dermaga tersebut ditinjau dari jenis dan volume barang yang mungkin ditangani pelabuhan/ dermaga tersebut.

a. Pebuhan Muatan Umum

Tipe pelabuhan ini biasanya dipakai untuk bongkar muat dengan cara lama (konvensional). Hal ini dikarenakan oleh adanya kecenderungan bertambah besarnya ukuran kapal dan cara bongkar muat yang dilakukan (crane kapal, crane dermaga) atau fasilitas angkut yang dipakai (truk, gerbong kereta api), maka ukuran apron depan kecenderungan pula makin diperlebar. Pada saat ini umumnya diambil antara (3.00 – 25.00) m. demikian pula ukuran gudang-gudang transito yang melayani penyimpanan barang ekspor/ impor cenderung makin diperlebar dan sedapat mungkin di tengah tanpa ada hambatan tiang.



Gambar 8.5 Pelabuhan Muatan Umum

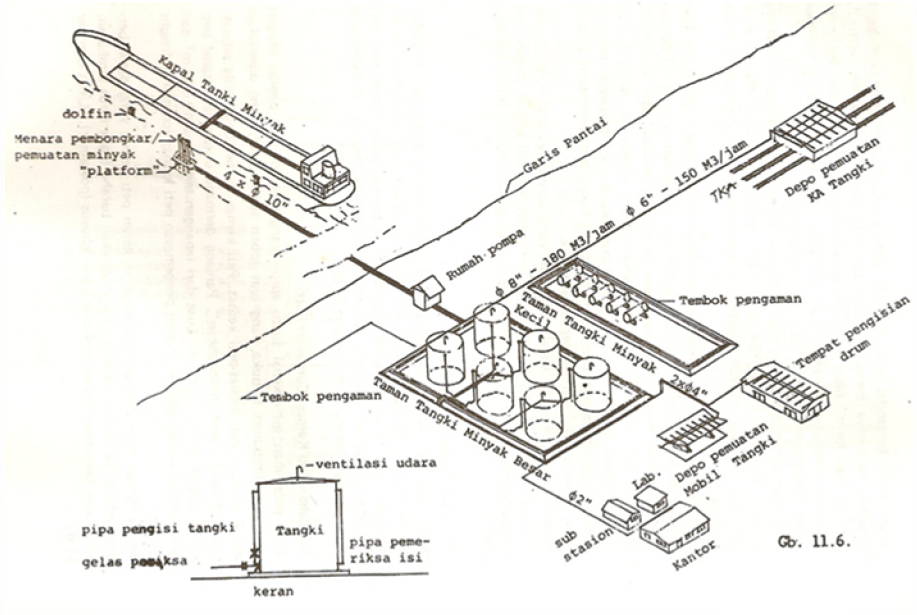
b. Pelabuhan Muatan Cair

Tipe pelabuhan ini tidak memerlukan lebar dermaga yang besar, karena penanganan muatan dilakukan dengan transport melalui pipa. Padanya dibutuhkan rumah pompa (dapat ditempatkan di dermaga atau jauh di darat) dan beberapa peralatan pompa hisap/ tekan. Contoh pelabuhan jenis ini adalah pelabuhan minyak, pelabuhan tangki kimia cair (chemical tank port) dll.

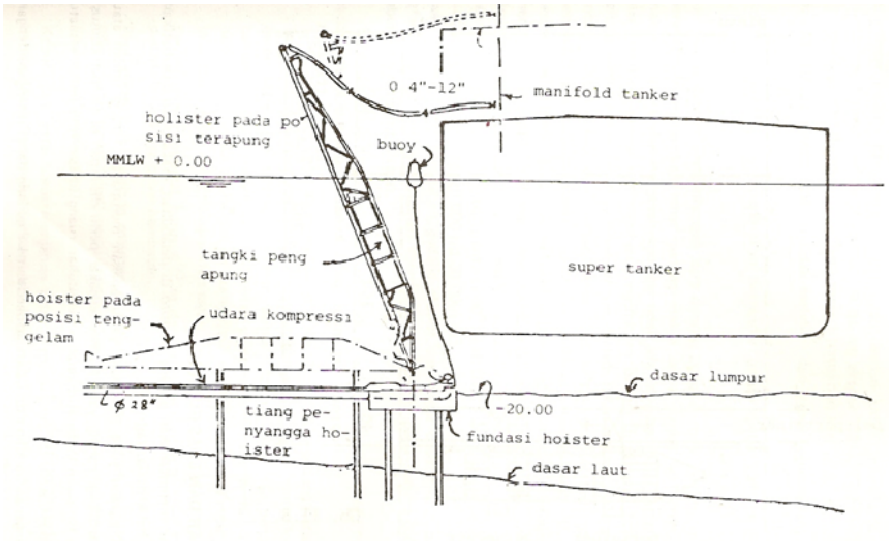
Tanki-tanki yang diisi dengan bahan yang mudah terbakar (BBM, Gas Cair, dan Bahan Kimia) perlu diberi tanggul/ tembok pengaman (dyke wall) dengan maksud apabila terjadi kebocoran pada tanki-tanki tersebut tidak akan luber ke daerah lain dan sekaligus melokalisir bahaya kebakaran.

c. Pelabuhan Muatan Curah Padat

Jenis pelabuhan bergantung pada jenis muatan yang dilayani, misalnya semen, pupuk, jagung, gandum, dll. ukuran dari pelabuhan ini didasarkan atas peraltan yang digunakan. Biasanya suatu kombinasi dari peralatan penghisap, escalator dan elevator.



Gambar 8.6 Pelabuhan Muatan Cair

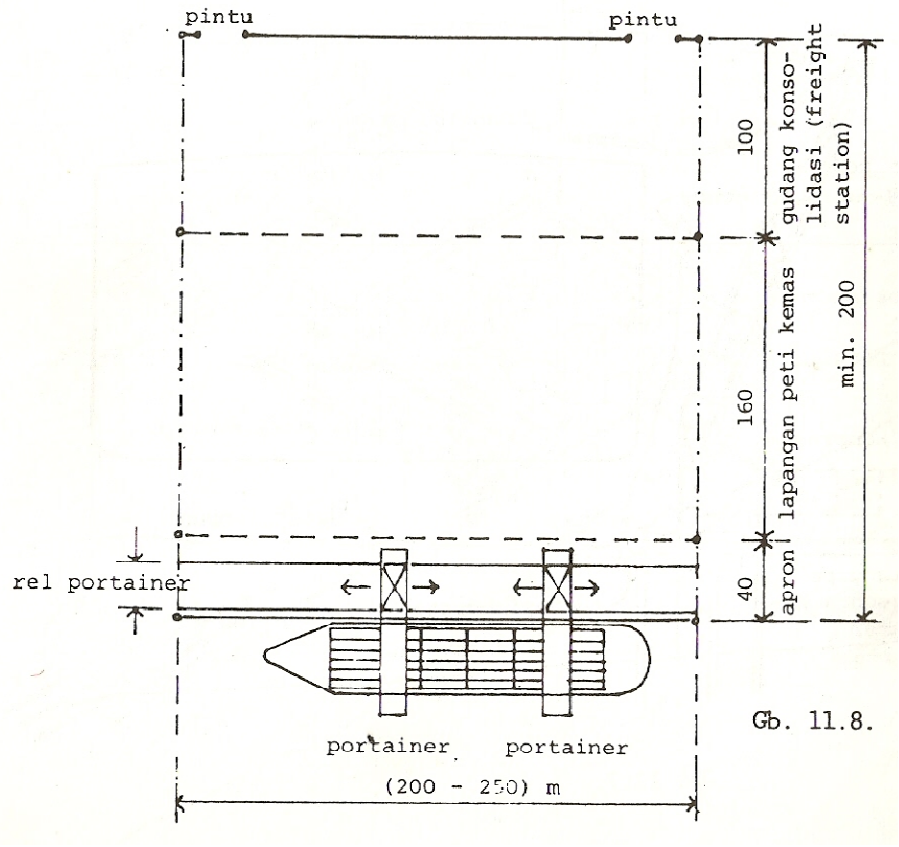


Gambar 8.7 Pelabuhan Muatan Cair di tengah Laut

d. Pelabuhan Peti Kemas (Container Port)

Pada pelabuhan ini dikenal suatu apron yang menjadi satu bagian dengan tempat penimbunan terbuka yang luas (open space area), yang diperlukan untuk gerakan peti kemas-peti kemas. Peti kemas ini berfungsi pula sebagai gudang yang dapat dipindahkan. Panjang dermaga untuk satu kapal peti kemas adalah (200 – 250) m. luas dari lapangan terbuka $\pm$ 40.000 m^2 dan bila perlu ditambah dengan stasion pengemasan peti kemas (container freight station).

Sejajar dengna garis dermaga ditempatkan keran peti kemas yang dpat bergerak sejajar tambatan, sedangkan arah gerakan barang tegak lurus tambatan. Satu kapal biasanya dilayani oleh dua keran khusus (portainer).



Gambar 8.8 Pelabuhan Peti Kemas

8.4 Lebar dan Luas Gudang

Dalam merencanakan gudang transito di pelabuhan, maka perlu diperhatikan beberapa criteria sebagai berikut :

a. Jenis barang yang disimpan, yaitu apakah merupakan barang umum atau khusus, misalnya barang yang mudah terbakar dll.
b. Penanganan/ handling dari barang dari dank e gudang dapat ditangani dengan tenaga manusia atu mekanis.
c. Besar gudang harus dapat menyimpan dengan jumlah minimal disesuaikan dalam 3 hari kerja atau untuk barang ekspor 1/3 dari jumlah barang di gudang dapat diangkut kapal pada masa 1 (satu) hari kerja.
d. Muatan pada lantai gudang tidak melebihi dari yang direncanakan, misalnya 3 ton/m^2.
e. Besar kapal yang diperkirakan bersandar untuk melakukan bongkar muat muatan.

Gudang harus diushakan agar secara operasional bongkar muat diperlancar dan dipermudah, maka dibangun gudang-gundang dengan ukuran bentang (sebaiknya tanpa tiang antara) 50^{00} s.d. 100^{00} m. Luas gudang transito biasanya berkisar antara (20.000 s.d. 30.000) m.

Persyaratan yang harus dipenuhi pada bangunan gudang antara lain :

a. Lalu lintas dan pergerakan muatan di dalam dan di luar gudang harus lancar.
b. Ukuran pintu minimal harus 4^{00} m dan tinggi minimum 3^{00} m.
c. Penerangan baik di sian maupun di malam hari harus baik, demikian juga udara lintas (cross wind) perlu diperhatikan.
d. Kemiringan lantai harus menjamin tidak tergenangnya air dalam gudang dan barang dapat ditumpuk (stacking) sebaik-baiknya.
e. Kekuatan/ daya dukung lantai gudang minimal untuk 1000 kg/m^2.
f. Terjaminnya gudang terhadap bahaya kebakaran (fire resistance) dan pencurian.

8.5 Jalan di dalam Pelabuhan.

Jalan yang menghubungkan dermaga/ gudang dengan jaringan jalan di luar pelabuhan diatur dengan kelas jalan I dan minimal 2 jalur disesuaikan dengan intensitas ke luar masuknya muatan di pelabuhan. Disarankan lebar minimal adalah 8^{00} m.

Pertemuan ke-10

BAB IX
MUATAN-MUATAN YANG PERLU DIPERHATIKAN DALAM PERANCANGAN PELABUHAN

Besaran muatan perlu diperhatikan sehubungan dengan bahaya kerusakan/ keruntuhan ataupun dimensi konstruksi yang berlebihan. Secara garis besar besaran muatan yang dimaksud dibagi dalam 2 kategori utama.

9.1 Muatan Horisontal/ Lateral.

a. Aakibat angin dan arus.

Besarnya gaya yang bekerja pada tambatan diukur sesuai skala Beafort, arah angin yang menentukan dan arus yang bekerja pada tambatan tersebut. Jika pada tambatan tersebut terdapat kapal yang sedang bertambat maka yang diperhitungkan adalah luas muka kapal di atas permukaan air, kemudian dikalikan dengan factor 1,3 yaitu sebagai ganti ukuran bentuk kapal sebenarnya.

Besar gaya akibat arus adalah $\frac{\gamma}{2\,g} \cdot v^2$,

dalam hal ini :

γ = berat jenis benda cair tempat kapal tersebut terapung

g = percepatan gravitasi

v = kecapatan arus

b. Akibat benturan kapal.

Energy kinetis akibat benturan dari kapal saat dia akan bertambat dihitung sebagai berikut :

$$E = {}^1\!/_2 \; M.v^2$$
$$= {}^1\!/_2 \left(\frac{W}{g}\right) . v^2$$

dalam hal ini :

E = energy kinetis

M = massa kapal

W = berat kapal

g = percepatan gravitasi

v = kecepatan kapal pada saat bertambat pada sudut 10^o dengan tambatan.

Energi kinetis ini biasanya 50% (atau E/2) diterima oleh system fender dan sisanya dipikul oleh konstruksi tambatan. Untuk kapal besar biasanya kecepatan dihitung v = (7.5 – 15) cm/dtk dan untuk kapal lkecil diambil v = 30 cm/dtk.

c. Akibat Gempa

Bangunan pelabuhan termasuk kategori bangunan khusus, maka besaran koefisien gempa harus dihitung 2 x dari koefisien gempa dasar. Arah kerja gempa harus diperkirakan pada segala arah. Sebagai akibat gaya gempa yang mendadak maka dalam perhitungan dapat dijinkan adanya kenaikan tegangan pada konstruksi-konstruksi kayu, beton, dan baja sebesar 1.5 x dari tegangan-tegangan yang dijinkan bagi tegangan-tegangan tarik, tekan, dan geser, sedang daya dukung tanah diijinkan kenaikan antara (30-50)% bergantung pada jenis/ klasifikasi tanah.

Besarnya gaya gempa dihitung sebagai berikut :

$F = k \cdot W$

$= (k_i \cdot L \cdot B)\, W$

$= f \cdot k_o \cdot L \cdot B$

Dalam hal ini :

F = gaya gempa

W = beban vertikal dengan muatan hidup yang penuh

k = koefisien gempa

k_i = koefisien gempa berdasarkan tingkat bersangkutan

f = koefisien sesuai tingkat penggunaan bangunan (dihitung untuk bangunan pelabuhan f = 2)

k_o = koefisien gempa dasar

L = factor lajur gempa

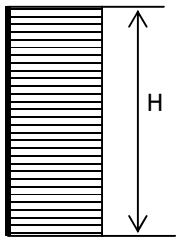
(Indonesia dibagi atas 3 daerah lajur gempa masing-masing :

$L_1 = 1.00$; $L_2 = 0.50$; $L_3 = 0.25$

B = Faktor tanah yang mendukung bangunan

Besar koefisen gempa dasar ditentukan berdasar tinggi rendahnya bangunan.

1) $H \leq 10$ m $k_o = 0.1$



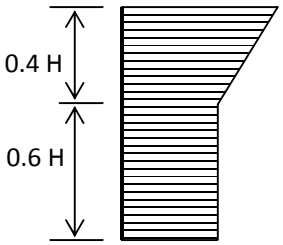
2) 10 m ≤ H < 40 m

$k_o = \frac{1}{10 + 0{,}1\,H}$

$k_n = (1+0{,}05H)k_o$

k_n = koefisien pada puncak

k_o = koefisien pada alas



Tabel 9.1 Besar koefisen factor tanah

Jenis Tanah	Konstruksi			
	Kayu	Baja	Beton Tulang	Tembok
Keras	0,6	0,6	0,8	1,0
Sedang	0,8	0,8	0,9	1,0
Lunak	1,0	1,0	1,0	1,0

d. Akibat muatan hidup Horisontal

Besar muatan hidup horizontal diambil secara prosentuil (5-10)% dari muatan hidup yang bekerja pada bangunan pelabuhan.

9.2 Muatan Vertikal.

Muatan vertikal terdiri dari muatan mati (dead load) dan muatan hidup (gerak, live load). Muatan mati terjadi akibat berat konstruksi-konstruksi yang terdapat pada bangunan tersebut, sedang muatan hidup biasanya terdiri atas muatan merata, muatan terpusat akibat roda-roda truk, mobil, keran, keran mobil, dan lain-lain peralatan yang bekerja untuk melakukan bongkar muat dalam pelabuhan. Muatan hidup merata biasanya untuk menampung muatan-muatan minyak/ air/ barang-barang curah dan umumnya diambil 2000 – 4000 kg/m^2.

Pertemuan ke-11

BAB X
SISTEM FENDER

Pada saat kapal akan menambat pada dermaga, maka baik bagi kapal maupun dermaga perlu dilindungi agar tidak terjadi kerusakan akibat benturan. Akibat benturan ini sebagian energinya diserap oleh fender dan sisanya ditahan konstruksi. Sisitem fender ini dibagi atas dua bagian, yaitu fender pelindung (protective) dan fender bentur (impact fender).

10.1 Energi dan Gaya Bentur

Fender berguna untuk menyerap sebagian tenaga (energy) sebagai akibat benturan kapal pada dermaga. Sebagian tenaga ini harus dapat diserap oleh system fender, sedang sisanya dipikul oleh konstruksi dermaga sehingga kapal, dermaga bebas dari kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi.

Bila suatu benda dengan suatu massa m (m=W/g) bergerak dengan kecepatan v hingga berhenti $v_1 = 0$ akibat adanya gaya dinamis P dan akselerasi a, sedang s adalah jarak yang ditempuh, maka didapatkan persamaan sebagai berikut :

$v_1^2 - v^2 = 2 \cdot a \cdot s$

$0 - v^2 = 2as \quad \rightarrow s = \frac{v^2}{2\,a}$

Kerja yang dilakukan gaya P adalah P . s

atau $\quad m \cdot ax - \frac{v^2}{2\,a} = -{}^1\!/_2 \cdot mv$

jadi besar energy kinetis E adalah :

$$E = {}^1\!/_2 \; mv^2 = {}^1\!/_2 \frac{W}{g} v^2$$

Dalam hal ini :

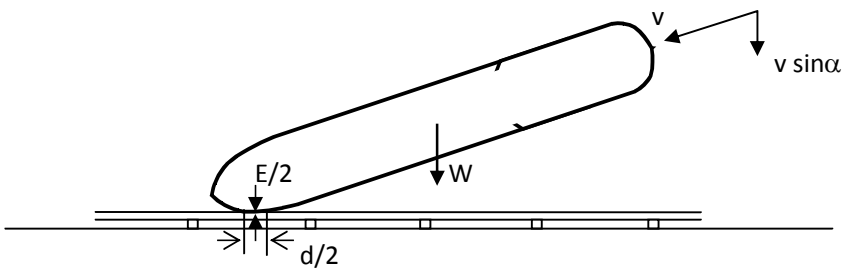
E = energy kinetis

m = massa benda

W = berat benda (dalam hal ini kapal), maka berat seluruh kapal dengan muatannya).

g = akselerasi bumi

v = kecepatan benda.



Gambar 10.1 Energi dan gaya kapal saat merapat ke pelabuhan

Gambar diatas menjelaskan suatu kapal yang hendak merapat dengan suatu kecepatan v. Pada arah tegak lurus terhadap garis dermaga maka energi yang ditimbulkan benturan adalah :

$$E = {}^{1}/_{2} \left(\frac{W_s}{g}\right) (v \sin\alpha)^2 = \frac{W_s}{2g} . v^2 \sin\alpha^2$$

Bila F adalah resultante gaya fender dan d adalah pergeseran (displacement) fender maka ada hubungan :

$$\frac{E}{2} = \frac{F\,d}{2}$$

Sehingga :

$$F\,d = \frac{W_s}{2g} . v^2 \sin\alpha^2$$

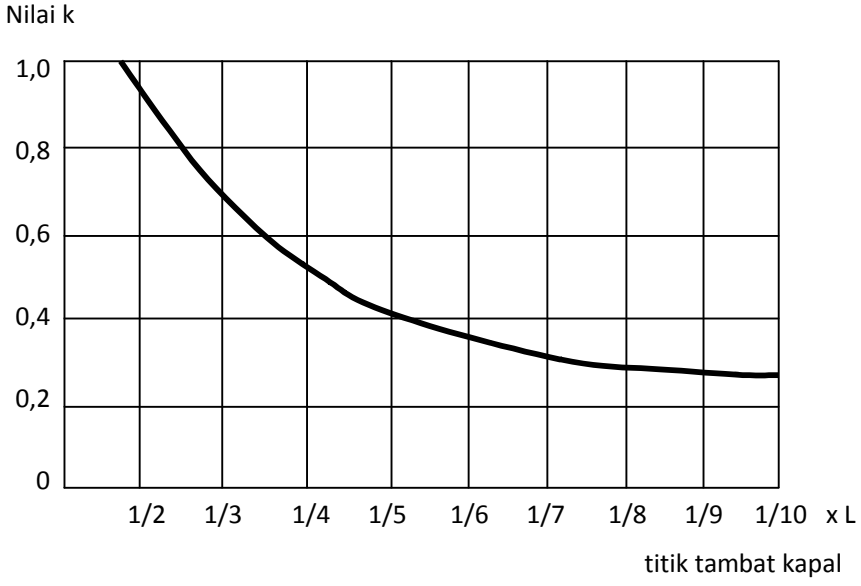
$$F = \frac{W_s}{2gd} . v^2 \sin\alpha^2$$

Dalam hal ini :

F = gaya bentur yang diserap sistem fender
d = pergeseran fender
v = kecepatan kapal pada saat menambat (0.3 – 0.5) m/dtk.
Ws = massa kapal (kapal yang bermuatan penuh)
α = sudut pendekatan

Dari persamaan ini maka gaya F adalah gaya yang harus dipikul sistem fender, Bergantung dari cara pendekatan kapal pada saat bertambat, maka panjang sentuh antar kapal dan tambatan menentukan pula besar energi yang timbul. Besar energi ini dapat dihitung dari nilai k berdasarkan gambar grafik di bawah ini.

$$E = \frac{Wv^2}{2g} . k$$



Gambar 10.2 Grafik penentuan nilai k

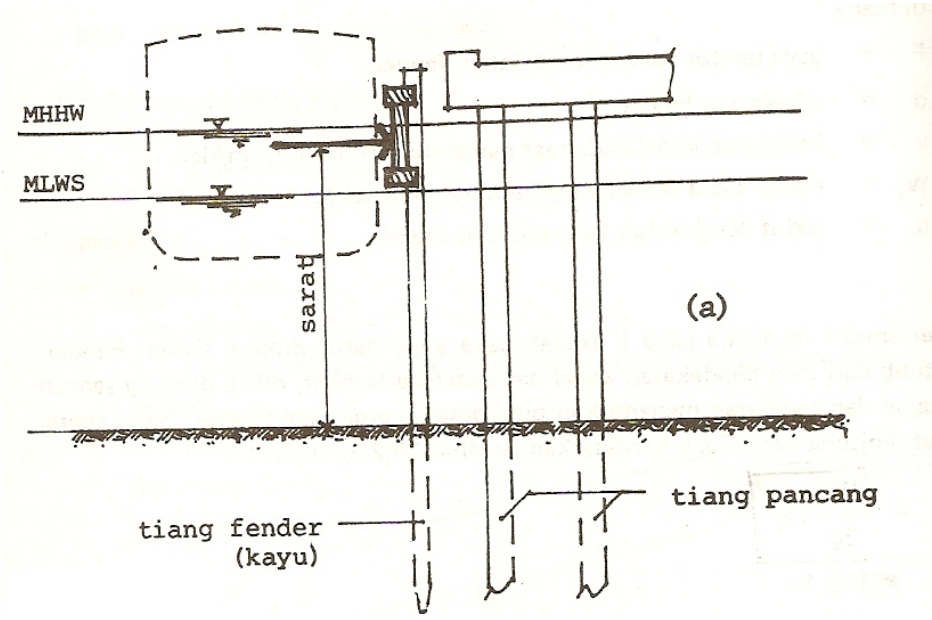
Pertemuan ke-12

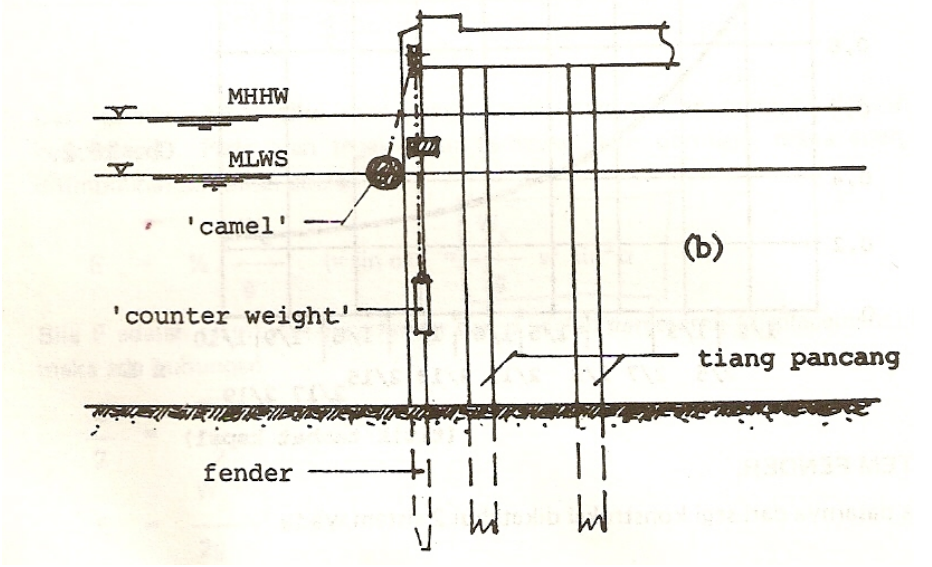
10.2 Sistem Fender

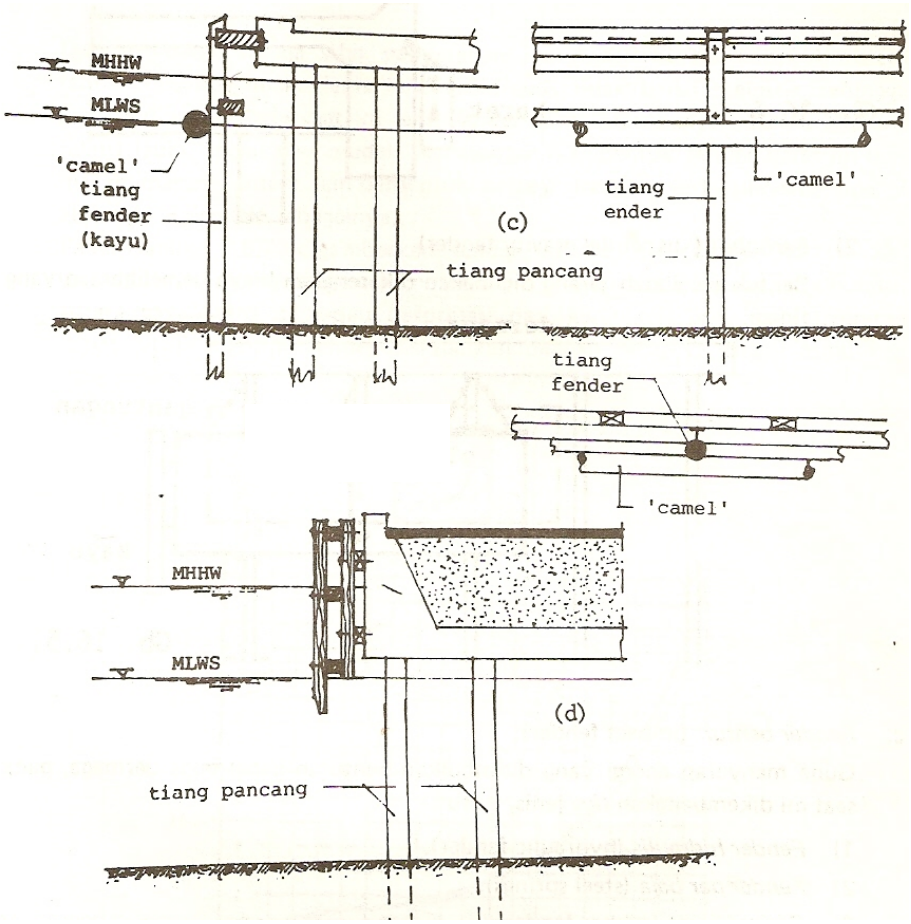
Pada dasarnya dari segi konstruksi diketahui 2 sistem yaitu :

a. Fender Pelindung Kayu

Fender jenis ini makin kurang penggunaannya karena makin langkanya mandapatkan kayu panjang. Beberapa contoh sistem fender pelindung kayu.





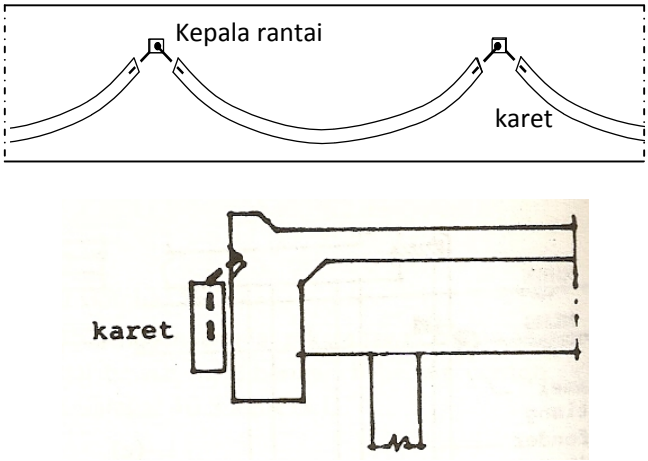


Gambar 10.3 Contoh sistem fender pelindung kayu

b. Fender gantung

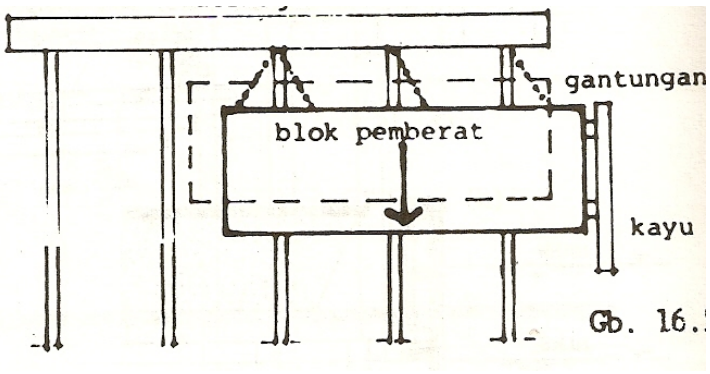
Bentuk fender ini dari yang sederhana sampai yang lebih sulit dalam pelaksanaannya. Biasanya digunakan untuk konstruksi dermaga untuk menampung kapal-kapal jenis kecil. Dikenal beberapa jenis yaitu :

1) Rantai dilindungi karet



Gambar 10.4 fender gantung dari karet

2) Berbobot (suspendel gravity fender)
Bentuk ini sudah jarang digunakan karena biaya pemeliharaan yang tinggi.



Gambar 10.5 fender berbobot

b. Fender bentur (impact fender)
Guna menyerap energi yang ditimbulkan benturan kapal pada dermaga, pada saat ini dikembangkan tiga jenis, yaitu :
1) fender hidraulis
2) fender per baja
3) fender karet

Pada saat ini jenis fender karet lebih banyak dipakai karena relatif lebih ringan dan mudah pemasangannya. Bentuk fender karet ini bermacam-macam antara lain berbentuk persegi (rectangular), silindris, tipe V atau tipe H dlsb. Dimensi dari macam-macam fender karet disajikan dalam tabel (lampiran).