

PERENCANAAN PELABUHAN DAN TERMINAL

Perencanaan Pelabuhan merupakan sebuah ilmu yang memiliki cakupan luas. Untuk itu diperlukan pengetahuan mengenai beberapa bidang keilmuan seperti Teknik Sipil, Teknik Perkapalan, Teknik Kelautan, Teknik Transportasi, Teknik Lingkungan hingga Ekonomi dan Manajemen. Pengetahuan akan keilmuan tersebut diperlukan untuk bisa menghasilkan sebuah desain pelabuhan yang ideal dan sesuai dengan kebutuhan.

Pembahasan pada buku ini difokuskan pada perencanaan fasilitas utama pelabuhan, mulai dari perhitungan kebutuhan luasan hingga tata letak fasilitas pelabuhan tersebut. Buku ini juga menekankan pemahaman akan operasional pelabuhan yang berpengaruh pada perencanaan fasilitas pelabuhan. Beberapa peraturan dari Kementerian Perhubungan Republik Indonesia dan juga peraturan internasional dipergunakan untuk memperkaya materi pada buku ini.

Buku ini dipergunakan sebagai bahan ajar pada mata kuliah Perencanaan Pelabuhan pada Program Studi S1 Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Buku ini juga dapat digunakan sebagai salah satu referensi bagi para profesional dalam penyusunan Rencana Induk Pelabuhan.

Biografi Penulis:

Christino Boyke S.P, S.T., M.T

Penulis merupakan seorang praktisi dibidang perencanaan dan perancangan pelabuhan. Lahir di Jombang, 30 Oktober 1983, penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana dan Magister Teknik pada Jurusan Teknis Sipil ITS. Saat ini penulis aktif sebagai dosen di Departemen Teknik Transportasi Laut ITS. Disamping itu, penulis juga aktif sebagai peneliti, konsultan dan penulis di bidang kepelabuhanan.

Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

PERENCANAAN PELABUHAN DAN TERMINAL

CHRISTINO BOYKE S.P



PERENCANAAN PELABUHAN DAN TERMINAL

CHRISTINO BOYKE S.P

PERENCANAAN PELABUHAN DAN TERMINAL

Penulis : Christino Boyke S.P
Desain Sampul : Christino Boyke S.P

© 2019, ITS Press, Surabaya

Hak cipta dilindungi undang-undang
Diterbitkan pertama kali oleh
ITS PRESS, Surabaya 2019

ISBN 978-602-5542-56-5



Anggota IKAPI dan APPTI

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan yang melanggar HAK CIPTA pada buku ini, akan dikenai sanksi sesuai undang-undang nomor 19 tahun 2002 pasal 72.

Dicetak oleh Percetakan ITS Press
Isi di luar tanggung jawab percetakan

KATA PENGANTAR

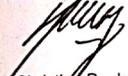
Puji dan Syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan yang maha kuasa, karena dengan rahmat dan kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan buku " *Perencanaan Pelabuhan dan Terminal* " ini. Penulis berharap buku ini dapat memberikan sumbangan berarti bagi pengembangan pengetahuan dibidang kepelabuhanan. Penulisan buku ini bertujuan untuk dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep perencanaan pelabuhan, terutama di tengah kelangkaan buku referensi berbahasa Indonesia.

Penulis berharap penggunaan buku ini tidak terbatas pada lingkungan mahasiswa saja, tetapi juga dapat bermanfaat bagi para peneliti, regulator dan profesional yang bergerak dibidang industri kepelabuhanan. Penyusunan buku ini dilakukan berdasarkan pengalaman penulis dalam memberikan perkuliahan sebagai Dosen pada Departemen Teknik Transportasi Laut ITS, penelitian dan beberapa pekerjaan jasa konsultasi kepelabuhanan yang pernah dilakukan. Beberapa peraturan perundangan, referensi dari literatur dan badan internasional yang terkait, juga diberikan sebagai pengayaan dalam materi buku ini.

Penulis menyadari buku ini jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik dan saran terkait isi, materi dan teknik penulisan kami terima dengan tangan terbuka. Apabila terdapat kekurangan dan kekeliruan yang tidak di sengaja, penulis mohon maaf sebesar-besarnya.

Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Surabaya, Juni 2019


Christino Boyke S.P

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI.....	i
-----------------	---

BAB 1. PENGENALAN PELABUHAN	I-1
1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.1.1 Umum.....	I-1
1.1.2 Pelabuhan	I-2
1.2 Kebijakan Perencanaan dan Pengembangan Pelabuhan	I-7
1.2.1 Penetapan Lokasi Pelabuhan	I-7
1.2.2 Rencana Induk Pelabuhan	I-8
1.2.3 Pembangunan Pelabuhan.....	I-10
1.2.4 Pengoperasian Pelabuhan	I-13
1.2.5 Pengembangan Pelabuhan.....	I-13
1.3 Transportasi Laut.....	I-14
1.3.1 Umum.....	I-14
1.3.2 Spesifikasi Kapal Niaga	I-15
1.3.3 Komoditas dan Jenis Kapal	I-21
1.4 Fungsi dan Organisasi Pelabuhan.....	I-29
1.4.1 Fungsi Pelabuhan	I-29
1.4.2 Organisasi Pelabuhan.....	I-29
BAB 2. METODE PERENCANAAN PELABUHAN	II-1
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.1.1 Umum.....	II-1
2.2 Tahap Perencanaan Pelabuhan	II-2
2.2.1 Jangka Waktu Perencanaan	II-2
2.2.2 Proses Perencanaan.....	II-3
2.2.3 Tahapan Perencanaan.....	II-5
BAB 3. PERENCANAAN FASILITAS PERAIRAN	III-1
3.1 Pendahuluan.....	III-1
3.1.1 Umum.....	III-1
3.2 Alur Pelayaran	III-3
3.2.1 Umum	III-3
3.2.2 <i>Alignment</i>	III-5

3.2.3	Lebar Alur.....	III-6
3.2.4	Kedalaman Alur.....	III-11
3.3	Kolam Pelabuhan	III-16
3.3.1	Umum	III-16
3.3.2	Pintu Masuk Kolam Pelabuhan	III-17
3.3.3	Jarak Aman Untuk Berhenti	III-17
3.3.4	Kolam Putar	III-17
3.3.5	Area Sandar Kapal.....	III-17
3.4	Area Labuh Kapal	III-20
3.5	Fasilitas Perairan Lainnya.....	III-22
3.5.1	Area Alih Muat Kapal	III-22
3.5.2	Area Untuk Keadaan Darurat.....	III-22
3.5.3	Area Untuk Kapal Mati	III-23
3.5.4	Area Untuk Karantina.....	III-23
BAB 4.	PERENCANAAN TERMINAL.....	IV-1
4.1	Pendahuluan.....	IV-1
4.1.1	Umum.....	IV-1
4.1.2	Pelayanan Terminal	IV-2
4.1.3	Perencanaan Terminal.....	IV-2
4.2	Komponen Terminal.....	IV-3
4.3	Jenis Terminal	IV-4
4.4	Kapasitas dan Kinerja Terminal.....	IV-7
4.4.1	Kapasitas Terminal.....	IV-7
4.4.2	Kinerja Terminal	IV-9
4.5	Penentuan Ukuran Terminal.....	IV-25
4.5.1	Umum.....	IV-25
4.5.2	Kebutuhan Luas Terminal	IV-25
4.5.3	Kebutuhan Dermaga	IV-26
BAB 5.	TERMINAL PETIKEMAS.....	V-1
5.1	Pendahuluan.....	V-1
5.1.1	Sejarah Peti Kemas.....	V-1
5.1.2	Perkembangan Peti Kemas.....	V-1
5.2	Operasional Terminal.....	V-6
5.2.1	Ukuran Peti Kemas	V-6
5.2.2	Fasilitas Terminal Peti Kemas.....	V-10
5.2.3	Alat Bongkar Muat.....	V-17
5.2.4	Model Tata Letak Terminal.....	V-30

5.3 Perhitungan Kebutuhan Fasilitas	V-34
5.3.1 Umum.....	V-34
5.3.2 Kebutuhan Panjang Dermaga	V-35
5.3.3 Kebutuhan Area Apron.....	V-41
5.3.4 Lapangan Penumpukan	V-42
5.3.5 <i>Container Freight Station</i>	V-46

BAB 6. TERMINAL GENERAL CARGO & MULTIPURPOSE	VI-1
6.1 Pendahuluan.....	VI-1
6.1.1 Umum.....	VI-1
6.1.2 Jenis Kemasan General Cargo	VI-1
6.2 Operasional Terminal	VI-6
6.3 Terminal General Cargo	VI-8
6.3.1 Jumlah Tambatan dan Panjang Dermaga.....	VI-8
6.3.2 Fasilitas Penyimpanan dan Layout Terminal	VI-9
6.4 Terminal Multipurpose	VI-10

BAB 7. TERMINAL CURAH CAIR	VII-1
7.1 Pendahuluan.....	VII-1
7.1.1 Umum.....	VII-1
7.1.2 Jenis Muatan Curah Cair.....	VII-1
7.1.3 Kapal Curah Cair.....	VII-4
7.2 Terminal.....	VII-5
7.2.1 Jenis Terminal	VII-5
7.2.2 Karakteristik Terminal	VII-8
7.2.3 Operasional Terminal.....	VII-15
7.3 Dermaga	VII-17
7.3.1 Jetty	VII-18
7.3.2 Berthing Dolphin.....	VII-20
7.3.3 Mooring Dolphin	VII-21
7.4 Tempat Penyimpanan.....	VII-23

BAB 8. TERMINAL CURAH KERING.....	VIII-1
8.1 Pendahuluan.....	VIII-1
8.1.1 Umum.....	VIII-1
8.1.2 Komoditas Curah Kering	VIII-1
8.1.3 Kapal Curah Kering.....	VIII-3
8.2 Fasilitas Terminal.....	VIII-4
8.2.1 Dermaga	VIII-5

8.2.2 Peralatan Bongkar/Muat.....	VIII-5
8.2.3 Peralatan Transfer Material.....	VIII-14
8.2.4 Peralatan Penanganan Muatan	VIII-15
8.2.5 Tempat Penyimpanan.....	VIII-18
8.3 Perhitungan Kebutuhan Fasilitas	VIII-22
8.3.1 Umum.....	VIII-22
8.3.2 Dermaga	VIII-22
8.3.3 Area Penyimpanan.....	VIII-23

BAB 1 PENGENALAN PELABUHAN

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Kebijakan Perencanaan dan Pembangunan Pelabuhan
- ✓ Transportasi Laut
- ✓ Fungsi dan Organisasi Pelabuhan

1.1 PENDAHULUAN

1.1.1. Umum

Pelabuhan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting dalam mata rantai distribusi barang pada suatu negara. Pada negara kepulauan seperti Indonesia, pelabuhan menjadi pintu gerbang utama bagi arus barang pada suatu wilayah. Pada pelabuhan terjadi interaksi antara moda transportasi darat dan transportasi laut, dalam bentuk pertukaran barang baik curah maupun kemasan. Untuk itulah dalam perencanaan ,suatu pelabuhan harus memperhatikan semua aspek dari sisi darat maupun laut.

Perencanaan Pelabuhan merupakan sebuah ilmu yang memiliki cakupan luas. Dalam proses perencanaan, sebuah pelabuhan harus memiliki tinjauan terhadap beberapa hal seperti : jenis struktur, kondisi tanah dan fondasi termasuk juga aspek pelayaran, ekonomi dan lingkungan. Untuk itu diperlukan pengetahuan mengenai beberapa bidang keilmuan seperti Teknik Sipil, Teknik Perkapalan, Teknik Kelautan, Teknik Transportasi hingga Ekonomi dan Teknik Lingkungan. Pengetahuan akan keilmuan tersebut diperlukan untuk bisa menghasilkan sebuah desain pelabuhan yang ideal dan sesuai dengan kebutuhan.

Dalam melakukan perencanaan pelabuhan, diperlukan pemilihan alternatif tata letak dan tipe struktur yang tepat untuk digunakan. Pemilihan alternatif ini disesuaikan dengan kebutuhan, seperti rencana kapasitas pelabuhan, jenis kapal yang dilayani, alat bongkar muat dan beberapa aspek lainnya. Dari beberapa kriteria tersebut, maka dapat dilakukan penilaian secara teknis dan ekonomis untuk dapat menghasilkan rencana pelabuhan yang tepat. Merencanakan suatu pelabuhan tanpa memperhatikan semua aspek terkait akan menghasilkan sebuah desain

pelabuhan yang tidak optimal. Perencanaan yang tidak optimal dapat menimbulkan kerugian, seperti timbulnya biaya perawatan, biaya operasional dan biaya perbaikan yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan pelabuhan tidak mampu berfungsi dengan efisien.

1.1.2. Pelabuhan

A. Definisi Pelabuhan

Menurut *Undang-Undang Republik Indonesia No.17 Tahun 2008*, Pelabuhan didefinisikan sebagai tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

B. Jenis Pelabuhan

Menurut *Peraturan Menteri Perhubungan No.51 Tahun 2015*, dari sisi Tata Kepelabuhanan Nasional, hierarki pelabuhan laut dibagi menjadi tiga, yaitu:

Pelabuhan Utama

Merupakan pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani angkutan laut dalam negeri dan internasional dalam jumlah besar. Serta melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dalam jangkauan pelayanan antar provinsi.

Pelabuhan Pengumpul

Merupakan pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani angkutan laut dalam negeri dalam jumlah menengah. Serta melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dalam jangkauan pelayanan antar provinsi.

Pelabuhan Pengumpan

Merupakan pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani angkutan laut dalam negeri dalam jumlah terbatas. Pelabuhan ini, merupakan pengumpan bagi pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul. Serta melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dalam jangkauan pelayanan dalam provinsi.

Beberapa jenis pelabuhan berdasarkan kategori lain dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.1. Jenis Pelabuhan

Kategori	Jenis Pelabuhan	Keterangan
Dari segi pengusahaannya	Diusahakan	Tersedia fasilitas bongkar muat barang, penumpang dan aktivitas pelabuhan lainnya
	Tidak Diusahakan	Sebagai tempat singgah kapal, tanpa fasilitas bongkar muat, bea cukai, dsb.
Dari segi penyelenggaraannya	Umum	Untuk melayani kepentingan umum
	Khusus	Untuk melayani kepentingan sendiri dalam rangka menunjang kegiatan tertentu
Dari segi penggunaannya	Pelabuhan Ikan	
	Pelabuhan Minyak	
	Pelabuhan Barang	
	Pelabuhan Penumpang	
	Pelabuhan Militer	

C. Fasilitas Pelabuhan

Dalam sebuah pelabuhan, terdapat beberapa fasilitas utama yang terkait dengan fungsi dan pelayanan pada pelabuhan, antara lain adalah :

- Terminal
Terminal dapat didefinisikan sebagai bagian dari fasilitas pelabuhan di mana aktivitas pelabuhan terjadi, seperti sandar kapal, bongkar-muat barang dan penyimpanan (*storage*). Setiap terminal biasanya dioperasikan oleh satu operator pelabuhan (*port operator*). Dalam satu pelabuhan dapat terdiri dari beberapa terminal.
- Dermaga
Dermaga merupakan tempat sandar dan bertambatnya kapal. Pada dermaga kegiatan bongkar muat barang maupun

penumpang dari kapal dapat dilakukan. Pada dermaga dapat pula dilakukan aktivitas pelayanan kapal seperti pengisian bahan bakar, air bersih maupun pengangkutan limbah kapal.

- Lapangan Penumpukan
Lapangan penumpukan merupakan fasilitas penyimpanan barang sementara yang berada di tempat terbuka. Fasilitas pelabuhan ini digunakan untuk muatan yang tahan terhadap cuaca (panas dan air) sehingga tidak memerlukan tempat penyimpanan khusus yang terlindung. Dalam Terminal Peti kemas, fasilitas ini disebut *container yard*, dalam Terminal *General Cargo* biasa disebut *open storage* atau *open yard* sedangkan dalam Terminal Curah Kering biasa disebut *stockpile*.
- Alur pelabuhan
Alur pelabuhan (*approach channel*) merupakan wilayah perairan dengan batas dan kedalaman tertentu, yang digunakan sebagai alur pelayaran kapal yang menghubungkan laut lepas dengan kolam pelabuhan. Alur ini dibutuhkan untuk menjaga keamanan dan keteraturan kapal-kapal yang akan memasuki area pelabuhan.
- Areal Penjangkaran/ labuh
Area Penjangkaran/labuh (*Anchorage Area*) merupakan suatu tempat di luar kolam pelabuhan yang digunakan kapal untuk berhenti dan menurunkan jangkar sementara sebelum diizinkan masuk ke area kolam pelabuhan.
- Kolam Putar
Kolam putar (*turning basin*) merupakan wilayah perairan pelabuhan yang terletak pada ujung alur pelabuhan atau di dalam kolam pelabuhan, yang berfungsi sebagai tempat kapal untuk berputar atau berbelok.
- Kolam Pelabuhan
Kolam pelabuhan (*harbour basin*) merupakan wilayah perairan pelabuhan yang digunakan sebagai aktivitas kapal untuk berolah gerak, sandar dan melakukan aktivitas bongkar muat. Wilayah ini harus terlindung dari gelombang dan memiliki kedalaman yang cukup bagi kapal yang datang.

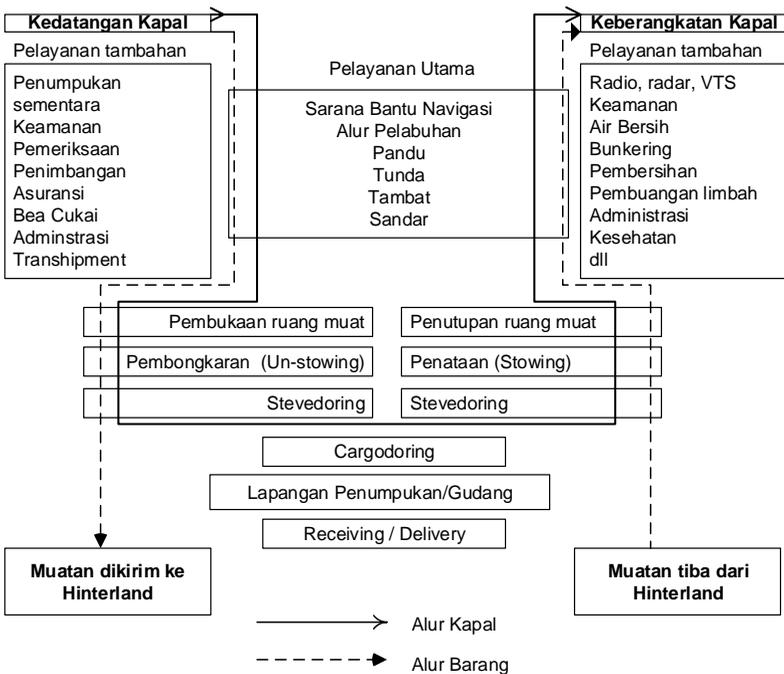
Dalam perencanaan pelabuhan, terdapat beberapa aktivitas khusus yang menggambarkan kegiatan pelayanan di pelabuhan, antara lain:

- Labuh
Pelayanan yang diberikan pada kapal yang akan menggunakan kolam pelabuhan untuk berhenti dan menurunkan jangkar saat menunggu pelayanan tambat atau pelayanan yang lain.
- Pemanduan
Pemanduan (*Pilotage*) merupakan pelayanan pandu yang diberikan kepada nakhoda kapal agar proses navigasi di alur atau daerah wajib pandu dapat terlaksana dengan aman, tertib dan lancar.
- Tunda
Penundaan (*Towage*) adalah jasa pelayanan untuk mendorong, menggandeng, menarik atau mengawal kapal yang bermanuver dalam kolam pelabuhan untuk kapal yang akan bertambat atau meninggalkan dermaga, dengan menggunakan kapal tunda (*tugboat*).
- Tambat
Merupakan kegiatan kapal saat sandar dan mengikat tali pada tambatan atau dermaga untuk melakukan kegiatan bongkar/muat atau kegiatan lainnya.
- *Stevedoring*
Stevedoring merupakan kegiatan bongkar/muat barang dari kapal ke dermaga atau sebaliknya. Untuk mempercepat proses *stevedoring* umumnya digunakan alat bantu seperti *quay crane*, *mobile crane* atau *gantry crane*.
- *Cargodoring*
Merupakan kegiatan pemindahan barang dari dermaga ke gudang atau lapangan penumpukan yang masih berada dalam wilayah pelabuhan.
- *Receiving/delivery*
Pekerjaan penerimaan barang pada gudang maupun lapangan penumpukan (*receiving*). Atau kegiatan penyerahan barang ke atas truk penerima barang (*delivery*)

Pelabuhan memiliki banyak fungsi dan pelayanan yang dapat diberikan kepada pengguna jasa. Secara garis besar, pelayanan yang diberikan dapat dibagi menjadi pelayanan terhadap kapal dan pelayanan terhadap barang. Pelayanan terhadap kapal dapat berupa pemanduan, penundaan, tambat dan sandar kapal. Sedangkan pelayanan terhadap barang dapat berupa bongkar muat dan penumpukan atau penyimpanan barang. Selain itu pelabuhan juga dapat menyediakan jasa penunjang yang

tidak berada di lingkungan pelabuhan seperti depo peti kemas, *dry port* dan jasa lainnya. Gambar 1.1 menjelaskan mengenai alur pelayanan terhadap kapal dan barang yang disediakan oleh pelabuhan.

Seiring berkembangnya kemajuan teknologi dan kebutuhan pengguna jasa, maka pelabuhan dituntut untuk mengembangkan pelayanan yang diberikan. Kecepatan dan kemudahan merupakan hal utama yang diinginkan oleh pengguna jasa, tentu saja dengan tetap memperhatikan aspek keselamatan dan biaya. Penggunaan teknologi informasi telah banyak digunakan pada pelabuhan untuk mencapai tujuan tersebut.



Gambar 1.1. Alur Pelayanan Barang dan Kapal di Pelabuhan

Selain menyediakan pelayanan utama terhadap kapal dan barang, pelabuhan juga menyediakan pelayanan tambahan yang dibutuhkan oleh pengguna jasa. Pelayanan tambahan pada kapal dapat berupa pengisian air bersih, pengisian BBM (*bunkering*) maupun pembuangan limbah kapal. Sedangkan pelayanan tambahan terhadap barang dapat penimbangan, bea

cukai, dll. Pada beberapa pelabuhan besar dunia, pelayanan tambahan ini dapat mencapai skala yang besar seperti penyediaan kawasan industri, jalur kereta api barang dan *inland waterways*.

1.2 KEBIJAKAN PERENCANAAN & PEMBANGUNAN PELABUHAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No.51 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Perhubungan Laut ,terdapat beberapa tahapan yang harus dipenuhi oleh pengelola pelabuhan untuk dapat mengoperasikan pelabuhan. Tahapan ini dimulai dari proses penetapan lokasi, penyusunan Rencana Induk Pelabuhan, pembangunan hingga pengoperasian pelabuhan.

1.2.1. Penetapan Lokasi Pelabuhan

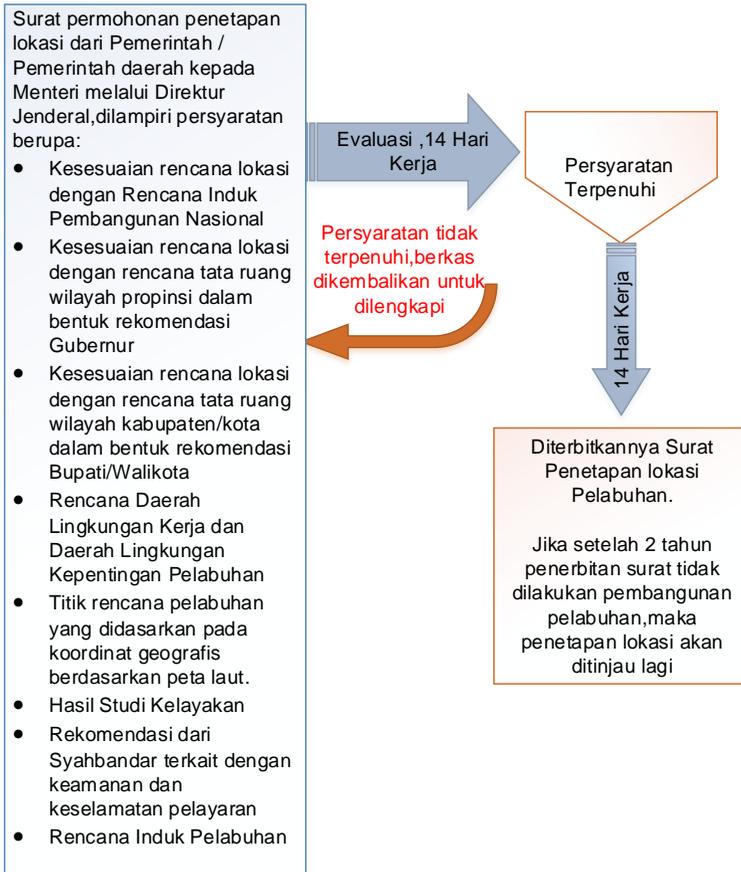
Dalam perencanaan suatu pelabuhan, penentuan lokasi pembangunan merupakan hal yang sangat penting. Penentuan lokasi dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek antara lain teknis, ekonomi dan lingkungan. Penetapan lokasi pelabuhan dilakukan oleh Menteri berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan Nasional setelah mendapat rekomendasi dari Gubernur dan Bupati/Walikota.

Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk mendapatkan ijin penetapan lokasi dari pemerintah, antara lain :

- a. Kesesuaian rencana lokasi dengan Rencana Induk Pelabuhan Nasional
- b. Kesesuaian rencana lokasi dengan rencana tata ruang wilayah provinsi dalam bentuk rekomendasi Gubernur
- c. Kesesuaian rencana lokasi dengan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dalam bentuk rekomendasi Bupati/Walikota
- d. Rencana Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan Pelabuhan
- e. Titik rencana pelabuhan yang didasarkan pada koordinat geografis berdasarkan peta laut.
- f. Hasil Studi Kelayakan
- g. Rekomendasi dari Syahbandar terkait dengan keamanan dan keselamatan pelayaran
- h. Rencana Induk Pelabuhan

Setelah persyaratan tersebut terpenuhi, maka dapat diajukan surat permohonan penetapan lokasi pelabuhan kepada Menteri Perhubungan.

Jika persyaratan telah sesuai dan disetujui, maka Menteri Perhubungan akan mengeluarkan surat penetapan lokasi pelabuhan.



Gambar 1. 2. Proses Permohonan Penetapan Lokasi Pelabuhan

1.2.2. Rencana Induk Pelabuhan

Dalam semua tahapan proses perijinan yang dibutuhkan untuk pembangunan sebuah pelabuhan, diperlukan adanya kesesuaian lokasi dan jenis pelabuhan dengan Rencana Induk Pelabuhan Nasional. Rencana Induk Pelabuhan Nasional (RIPN) didefinisikan sebagai pengaturan ruang kepelabuhanan nasional yang memuat tentang rencana kepelabuhanan,

rencana lokasi dan hierarki kepelabuhanan nasional. RIPN digunakan sebagai pedoman dalam penetapan lokasi, pembangunan, pengoperasian dan pengembangan pelabuhan.

Perencanaan dan pengembangan sebuah pelabuhan secara Nasional tercantum dalam Rencana Induk Pelabuhan Nasional, namun hal tersebut haruslah didukung oleh sebuah Rencana Induk Pelabuhan (RIP) yang harus dimiliki setiap pelabuhan. Hal tersebut seperti diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran dan Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2009 tentang Kepelabuhanan, bahwa setiap pelabuhan wajib memiliki Rencana Induk Pelabuhan. Bagian utama dari Rencana Induk Pelabuhan adalah pengaturan ruang pelabuhan berupa peruntukan tata guna lahan di daratan dan perairan (DLKp dan DLKr).

Hasil dari perencanaan pelabuhan yang tercantum dalam Rencana Induk Pelabuhan tersebut, merupakan dasar bagi pelaksanaan pengembangan dan pembangunan pelabuhan dalam jangka pendek, menengah dan panjang. Hal tersebut penting untuk dilakukan, mengingat pelabuhan merupakan suatu bagian dari rantai pasok logistik nasional. Sehingga pengembangan pelabuhan harus disesuaikan dengan kebutuhan, hierarki dan pengembangan wilayah.

Rencana Induk Pelabuhan disusun oleh penyelenggara pelabuhan yang berwenang pada wilayah di mana pelabuhan tersebut dibangun. Dalam pelaksanaan penyusunan Rencana Induk Pelabuhan, penyelenggara pelabuhan dapat menggunakan dana dari APBN (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara), APBD (Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah) maupun dana dari Pemerintah Daerah ataupun investor. Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor Pp.001/2/19/Djpl-14 Tahun 2014 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan, maka pada Gambar 1.3 dan Gambar 1.4 adalah prosedur penyusunan Rencana Induk Pelabuhan.

Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan harus dilakukan dengan berpedoman pada: Rencana Induk Pelabuhan Nasional, rencana tata ruang wilayah provinsi dan kabupaten, kelayakan teknis, ekonomis dan lingkungan serta keselamatan dan keamanan lalu lintas kapal. Jangka waktu perencanaan RIP dibagi menjadi 3 periode yaitu jangka pendek (5-10 tahun), jangka menengah (10-15 tahun) dan jangka panjang (15-20 tahun).

Perencanaan RIP dilakukan pada wilayah daratan dan perairan yang meliputi fasilitas pokok dan fasilitas penunjang pelabuhan. Fasilitas

pokok pelabuhan di darat meliputi dermaga, gudang, lapangan penumpukan, terminal, bunker, pengolahan limbah, dsb. Sedangkan fasilitas pokok pelabuhan di laut meliputi alur pelayaran, perairan labuh, kolam pelabuhan, perairan untuk kapal yang mengangkut Barang Berbahaya dan Beracun (B3), perairan untuk karantina, perairan untuk kegiatan pandu, dsb.

Fasilitas penunjang pelabuhan yang direncanakan di wilayah darat meliputi kawasan perkantoran, fasilitas pariwisata, instalasi air bersih, listrik dan telekomunikasi, jaringan limbah, drainase dan sampah, areal pengembangan pelabuhan, kawasan perdagangan, kawasan industri dan fasilitas umum. Sedangkan fasilitas penunjang di wilayah perairan meliputi perairan untuk pengembangan pelabuhan jangka panjang, perairan untuk fasilitas pembangunan dan pemeliharaan kapal, perairan untuk kapal mati, dsb.

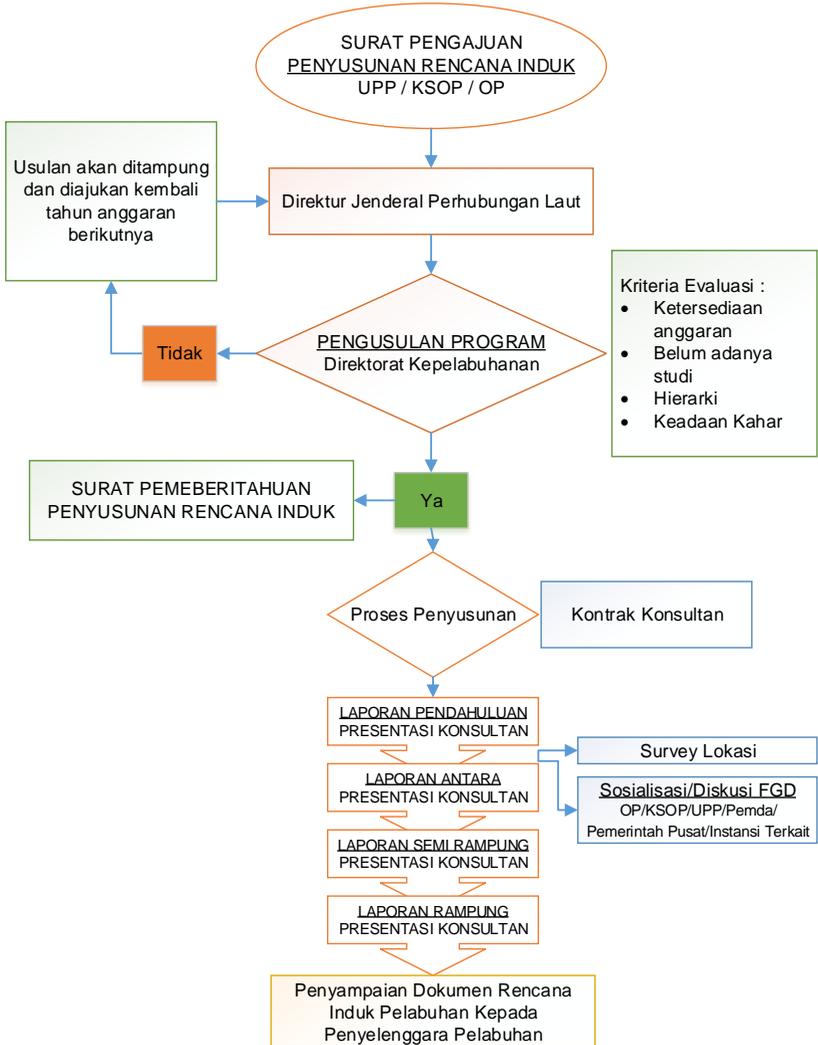
1.2.3. Pembangunan Pelabuhan

Setelah penyusunan Rencana Induk Pelabuhan dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang berpengaruh, maka pengelola pelabuhan dapat mengajukan ijin pembangunan pelabuhan untuk dapat segera melaksanakan pembangunan pelabuhan. Pembangunan pelabuhan harus dilakukan sesuai dengan RIPN dan lokasi pelabuhan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pembangunan Pelabuhan dapat dilakukan oleh Otoritas Pelabuhan untuk pelabuhan komersial dan Unit Penyelenggara Pelabuhan untuk pelabuhan non komersial. Untuk meningkatkan partisipasi sektor swasta dalam pembangunan pelabuhan, Badan Usaha Pelabuhan diizinkan untuk melakukan pembangunan pelabuhan berdasarkan konsesi atau perjanjian kerja sama lain dengan Otoritas Pelabuhan.

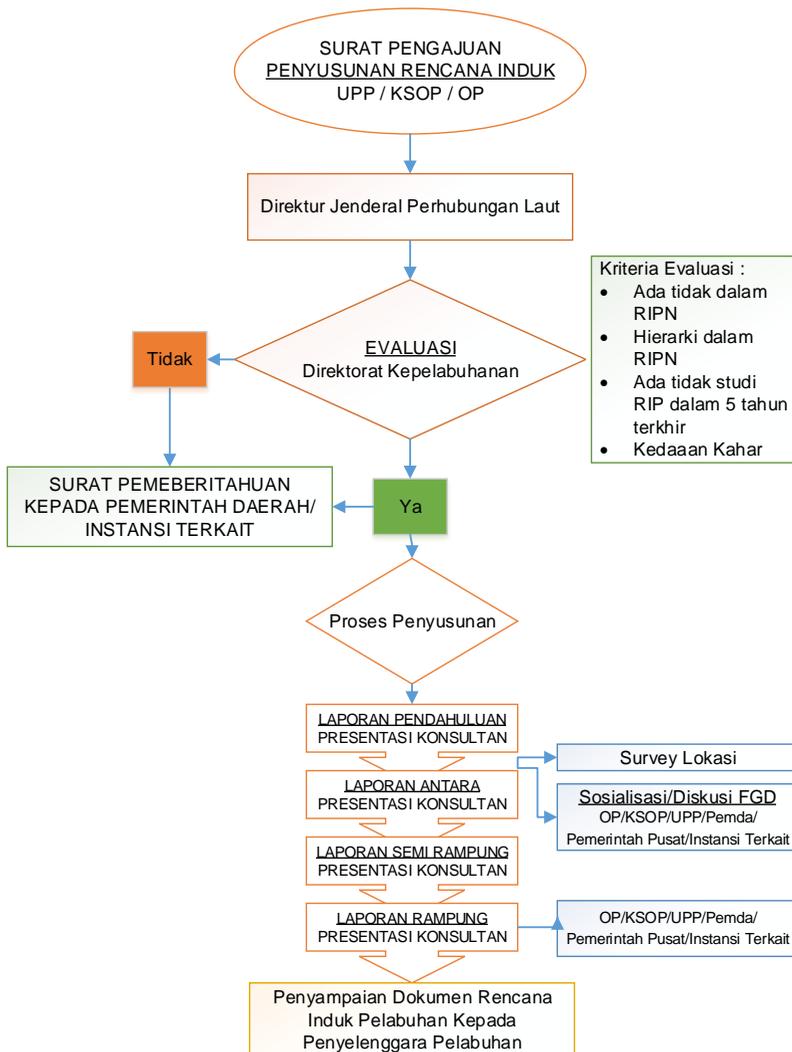
Pembangunan pelabuhan dapat dilakukan setelah adanya ijin pembangunan pelabuhan yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal untuk pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, Gubernur untuk pelabuhan pengumpan regional dan Bupati/Walikota untuk pelabuhan pengumpan lokal. Dalam permohonan ijin pembangunan pelabuhan harus disertai dengan dokumen RIP, dokumen studi kelayakan, dokumen desain teknis dan dokumen lingkungan.

Setelah ijin pembangunan diberikan, maka pihak Otoritas Pelabuhan atau Badan Usaha Pelabuhan wajib untuk segera melaksanakan pembangunan pelabuhan, paling lama 2 tahun sejak ijin diberikan. Pelaksanaan pembangunan juga wajib untuk dilakukan

berdasarkan syarat desain teknis yang telah dibuat dan bertanggung jawab terhadap semua dampak yang timbul dalam pelaksanaan pekerjaan.



Gambar 1.3. Tahapan Penyusunan RIP Melalui Dana APBN



Gambar 1.4. Tahapan Penyusunan RIP Melalui Dana Non APBN

1.2.4. Pengoperasian Pelabuhan

Pengoperasian pelabuhan dilakukan setelah pembangunan pelabuhan selesai. Setelah pembangunan pelabuhan selesai dilakukan, pengelola pelabuhan atau Badan Usaha Pelabuhan memiliki kewajiban untuk melaporkan hasil pembangunan kepada Direktur Jenderal. Sebelum sebuah pelabuhan dapat beroperasi, pelabuhan tersebut diharuskan melalui proses pemeriksaan fisik dan uji coba operasional. Pemeriksaan fisik dilakukan oleh Direktorat Jenderal, sedangkan uji coba operasional dilakukan oleh operator pelabuhan dengan pengawasan dari Otoritas Pelabuhan dan Syahbandar.

Pengoperasian pelabuhan dapat dilakukan setelah adanya ijin operasional pelabuhan yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal untuk pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, Gubernur untuk pelabuhan pengumpan regional dan Bupati/Walikota untuk pelabuhan pengumpan lokal dan pelabuhan sungai/danau. Pengajuan ijin tersebut harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Pembangunan pelabuhan telah dilaksanakan sesuai dengan ijin pembangunan yang didapatkan sebelumnya.
- Terpenuhinya aspek keamanan dan keselamatan pelayaran
- Tersedianya fasilitas untuk menjamin kelancaran arus penumpang dan barang.
- Memiliki sistem pengelolaan lingkungan yang sesuai dengan dokumen lingkungan.
- Memiliki sistem dan prosedur pelayanan barang yang ditetapkan oleh penyelenggara pelabuhan.
- Tersedianya Sumber Daya Manusia di bidang kepelabuhanan yang memiliki kualifikasi dan kompetensi.
- Adanya berita acara uji sandar/lepas kapal dan olah gerak kapal.

1.2.5. Pengembangan Pelabuhan

Pengembangan pelabuhan dilakukan jika dari hasil analisa operasional, menunjukkan bahwa kapasitas pelabuhan sudah tidak mampu memenuhi arus barang dan kapal yang ada. Pengembangan pelabuhan harus disesuaikan dengan RIP. Pengembangan pelabuhan dapat dilakukan setelah adanya ijin pengembangan pelabuhan yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal untuk pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, Gubernur untuk pelabuhan pengumpan regional dan Bupati/Walikota untuk pelabuhan pengumpan lokal. Dalam permohonan ijin pengembangan

pelabuhan harus disertai dengan dokumen RIP, dokumen studi kelayakan, dokumen desain teknis dan dokumen lingkungan.

1.3 TRANSPORTASI LAUT

1.3.1. Umum

Dalam jaringan logistik pada sebuah negara kepulauan, kapal laut merupakan sebuah alat transportasi yang unggul dibandingkan dengan moda transportasi lain seperti truk, kereta api dan pesawat terbang. Dalam pelayanan pengiriman barang lintas negara atau benua, kapal laut bersaing dengan pesawat terbang sebagai alternatif moda transportasi. Tetapi dari segi biaya transportasi, kapal laut jauh lebih murah. Hanya barang yang bernilai tinggi (*high-value goods*) saja yang biasanya diangkut oleh pesawat terbang. Tetapi untuk pengiriman jarak pendek antar kota atau provinsi, kapal laut mendapat pesaing dari angkutan darat seperti truk dan kereta api, di mana untuk jarak pendek biaya transportasi ketiga moda tersebut tidak berbeda terlalu jauh. Dibanding truk dan kereta api, transportasi dengan kapal laut memiliki kelemahan yaitu :

- Biasanya diperlukan adanya sarana transportasi darat sebagai penghubung dari pelabuhan ke lokasi tujuan akhir, sehingga dapat meningkatkan biaya dan waktu pengiriman.
- Di dalam pelabuhan banyak terdapat elemen tak terduga yang dapat menyebabkan terlambatnya pengiriman barang seperti kondisi cuaca, pemeriksaan bea cukai hingga kemungkinan pemogokan tenaga kerja.

Pertumbuhan muatan dalam transportasi laut didorong oleh adanya proses kontainerisasi dan juga meningkatnya volume perdagangan dunia. Peningkatan jumlah muatan kontainer inilah yang mendorong banyak dibukanya pelabuhan baru di Indonesia. Selain itu juga terdapat beberapa pelabuhan yang terus meningkatkan kapasitasnya untuk dapat melayani bongkar-muat barang yang meningkat. Pengembangan pelabuhan bergantung pada berkembangnya transportasi laut, baik dari segi volume per komoditi maupun jenis dan ukuran kapal. Dalam perencanaan pelabuhan, pemahaman yang baik tentang perkembangan ini adalah suatu kewajiban. Bagian berikut menyajikan data tentang desain kapal dan penanganan kargo (yang relevan untuk perencanaan pelabuhan) dan beberapa tren perkembangan kapal dan muatannya.

1.3.2. Spesifikasi Kapal Niaga

a. Kapasitas Muat Kapal

Tonase kapal merupakan data yang menunjukkan kapasitas angkut dalam hal jumlah muatan yang dapat dibawa oleh kapal. Tergantung dari jenis kapal, negara asal dan untuk tujuan apa tonase tersebut akan digunakan (misalnya untuk tarif jasa labuh), terdapat beberapa istilah untuk menyatakan tonase kapal laut. Beberapa yang biasa digunakan adalah:

- GT (*Gross Tonnage*)
- DWT (*Dead Weight Tonnage*)
- DT (*Displacement Tonnage*)

Definisi dari satuan tonase tersebut adalah :

- GT (*Gross Tonnage*)

Adalah total volume semua ruang tertutup yang permanen, di atas dan di bawah dek kapal, tetapi dengan pengecualian tertentu, seperti ruang kemudi, ruang radio dan ruang khusus lainnya di atas dek, yang dinyatakan dalam ton, di mana satu ton setara dengan $100 \text{ ft}^3 = 2,83 \text{ m}^3$. GT biasanya digunakan sebagai dasar untuk menghitung tarif pelabuhan.

- DWT (*Dead Weight Tonnage*)

Berat maksimum, dinyatakan dalam ton, muatan yang bisa dimuat oleh kapal. Muatan ini dapat berupa kargo, bahan bakar, *ship crew*, penumpang, air bersih, bahan makanan dsb.

- DT (*Displacement Tonnage*)

Berat air yang dipindahkan pada saat kapal mengapung pada kondisi tenang, dinyatakan dalam ton.

Hubungan antara ketiga parameter ini tidak selalu tetap, tetapi sangat bergantung pada jenis kapal yang bersangkutan. Namun, dalam batas-batas tertentu, hubungan antara ketiga parameter tersebut dapat dinyatakan dalam :

Cargo ships : $GT = 0.541DWT$

Container ships : $GT = 0.880DWT$

Oil tankers : $GT = 0.553DWT$

Roll-on/roll-off vessels : $GT = 0.808DWT$

Cargo ships (<10,000DWT) : $\log(DT) = 0.550 + 0.899 \log(DWT)$

Cargo ships (>10,000DWT) : $\log(DT) = 0.511 + 0.913 \log(DWT)$

Container ships : $\log(DT) = 0.365 + 0.953 \log(DWT)$

Ferries (long distance) : $\log(DT) = 1.388 + 0.683 \log(GT)$

Ferries (medium distance) : $\log(DT) = 0.506 + 0.904 \log(GT)$

- Roll-on/roll-off vessels* : $\log (DT) = 0.657 + 0.909 \log (DWT)$
- Passenger ships* : $\log (DT) = 0.341 + 0.891 \log (GT)$
- Car carriers* : $\log (DT) = 1.915 + 0.588 \log (GT)$
- Oil tankers* : $\log (DT) = 0.332 + 0.956 \log (DWT)$

Untuk beberapa kapal lain, seperti kapal peti kemas, kapasitas angkut kapal tidak dinyatakan dalam GT atau DWT, tetapi dapat dinyatakan dalam satuan TEU (*Twenty Foot Equivalent Unit*). TEU dapat didefinisikan sebagai ruangan yang ditempati oleh peti kemas standar dengan ukuran sebagai berikut:

- Panjang : 20 kaki = 6.03 m
- Tinggi : 8 kaki = 2.44 m
- Lebar : 8 kaki = 2.44 m

b. Ukuran Kapal

Dalam perencanaan sebuah pelabuhan, penting untuk mengetahui ukuran kapal yang akan bersandar. Ukuran kapal tersebut dipergunakan untuk menentukan panjang dan jumlah tambatan dan juga untuk pemilihan alat bongkar muat. Berikut beberapa istilah dalam Ukuran kapal laut:

- *Draft (D)*

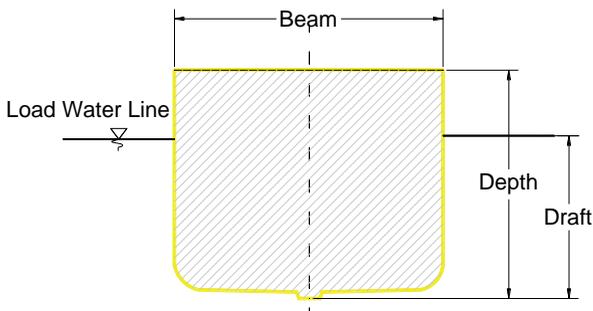
Draft kapal atau dikatakan juga sebagai sarat air kapal adalah jarak vertikal antara garis air sampai dengan lunas kapal, semakin banyak muatan kapal semakin dalam kapal masuk ke dalam air.

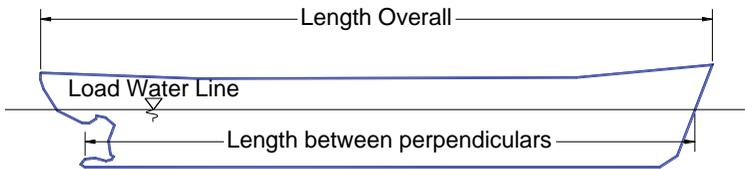
- *Length (L)*

Length atau Panjang kapal dapat dinyatakan dalam dua istilah, yaitu *LBP: Length Between Perpendiculars*, dan *LOA: Length Over All*

- *Beam*

Beam atau *breadth* B_s , adalah jarak maksimum dari kedua sisi kapal.





Gambar 1.5 Istilah Ukuran Kapal

Berikut merupakan tabel perkiraan acuan ukuran utama kapal. Tabel dapat dijadikan acuan untuk merencanakan pelabuhan, jika ukuran utama kapal tidak didapatkan.

1. *General Cargo*

Berikut merupakan gambaran ukuran utama kapal *General Cargo*

Tabel 1.2. Perkiraan Ukuran Utama Kapal *General Cargo*

<i>Deadweight tonnage (DWT)</i>	<i>Length overall (L)</i>	<i>Molded breadth (B)</i>	<i>Full load draft (d)</i>
1,000 ton	67 m	10.9 m	3.9 m
2,000	83	13.1	4.9
3,000	94	14.6	5.6
5,000	109	16.8	6.5
10,000	137	19.9	8.2
12,000	144	21	8.6
18,000	161	23.6	9.6
30,000	185	27.5	11
40,000	200	29.9	11.8
55,000	218	32.3	12.9
70,000	233	32.3	13.7
90,000	249	38.1	14.7
100,000	256	39.3	15.1
150,000	286	44.3	16.9

Sumber : OC DI (2002)

2. *Bulk Cargo / Curah (oil tanker & bulk carriers)*

Kapal Tanker umumnya diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 1.3. Klasifikasi Kapal Curah Cair

Jenis Tanker	DWT (t)
<i>General-purpose/product carrier</i>	< 25.000 DWT
<i>Super tankers and large tankers</i>	25 000–150 000
<i>VLCC (Very Large Crude Carrier)</i>	150 000–300 000
<i>ULCC (Ultra Large Crude Carrier)</i>	>300 000

Sedangkan kapal *Bulk Carrier* umumnya diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 1.4. Klasifikasi Kapal Curah Kering

Jenis Bulk Carrier	DWT (t)
<i>Mini bulk carrier</i>	12 000
<i>Small handy-sized</i>	15 000–25 000
<i>Handy-sized</i>	25 000–35 000
<i>Handy max</i>	35 000–50 000
<i>Panamax</i>	50 000–80 000
<i>Cape-sized</i>	80 000–150 000
<i>Very large bulk carrier</i>	> 150 000

Tabel 1.5. Perkiraan Ukuran Utama Kapal *Bulk Carrier*

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
5,000 ton	111 m	16 m	8.7 m
7,000	123	17.7	9.7
10,000	136	19.8	10.8
15,000	152	22.5	12.1
20,000	165	24.6	13.2
30,000	186	27.9	14.9

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
50,000	215	32.3	17.4
70,000	236	32.3	19.3
100,000	262	40.5	21.4
150,000	294	45.9	24.2
200,000	319	50.2	26.4
250,000	340	53.8	28.2

Sumber : Thoresen, Carl A (2003)

Tabel 1.6. Perkiraan Ukuran Utama Kapal *Oil Tanker*

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
1,000 t	66 m	10.9 m	4.8 m
2,000	82	13.5	6.1
3,000	93	15.3	7.1
5,000	109	17.9	8.5
7,000	122	19.9	9.5
10,000	136	22.2	10.8
15,000	155	25.2	12.4
20,000	169	27.5	13.7
30,000	192	31.2	15.8
50,000	226	32.3	19.0
70,000	251	40.6	21.3
100,000	281	45.3	24.2
150,000	320	41.4	27.9
200,000	350	56.2	30.8
300,000	398	63.7	35.5

Sumber : Thoresen, Carl A (2003)

3. Peti kemas

Karakteristik kapal peti kemas dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 1.7 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Petikemas

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)	Generation
Post Panamax				
104,000	340 m	42.8 m	14.5 m	7 th
85,000	320	42.0	14.2	6 th
70,000	285	41.8	14.0	6 th
60,000	260	38.0	13.4	5 th
Panamax				
55,000	270	32.2	12.5	4 th
50,000	260	32.2	12.5	3 rd
40,000	235	32.2	11.8	3 rd
30,000	210	30.5	10.8	2 nd
20,000	175	26.0	10.0	2 nd
15,000	152	23.5	8.7	1 st
10,000	130	21.0	7.6	1 st
7,000	120	20.0	6.8	1 st

Sumber : Thoresen, Carl A (2014)

4. Kapal Ro/Ro

Karakteristik kapal Ro/Ro dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 1.8. Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ro/Ro

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
400 t	75 m	13.6 m	11.1 m
1,500	97	16.4	4.7
2,500	115	18.5	5.5

Deadweight tonnage (DWT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
4,000	134	20.7	6.3
6,000	154	22.9	7.0

Sumber : OC DI (2002)

Tabel 1.9. Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ferry

Short-to-medium distance ferries (sailing distance less than 300km)

Gross tonnage (GT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
400 ton	50 m	11.8 m	3.0 m
700	63	13.5	3.4
1,000	72	14.7	3.7
2,500	104	18.3	4.6
5,000	136	21.6	5.3

Long distance ferries (sailing distance 300km or more)

Gross tonnage (GT)	Length overall (L)	Molded breadth (B)	Full load draft (d)
6,000 ton	142 m	22.3 m	6.0 m
10,000	167	25.2	6.4
13,000	185	27.3	6.8
16,000	192	28.2	6.8
20,000	192	28.2	6.8
23,000	200	28.2	7.2

Sumber : OC DI (2002)

1.3.3. Komoditas dan Jenis Kapal

a. Umum

Jenis muatan / kargo dapat diklasifikasikan menurut jenis dan bentuk pengangkutannya (curah kering, *break bulk*, kontainer, dll.).

Klasifikasi yang pertama, dilakukan mengikuti pembagian yang disepakati secara internasional menjadi 10 kelompok muatan utama yang disebut NSTR (*Nomenclature uniforme des marchandises pour les Statistiques de Transport, Revise'e*). Kelompok utama ini adalah:

1. Produk pertanian dan ternak
2. Produk makanan lainnya, termasuk pakan ternak
3. Mineral bahan bakar dalam bentuk padat (batu bara, dsb.)
4. Minyak dan produk turunannya
5. Bijih besi dan *scrap* logam
6. Besi, baja dan logam lainnya
7. Mineral mentah, material konstruksi
8. Pupuk
9. Produk kimia
10. Kendaraan, alat berat, mesin dll

Standardisasi kategori ini memungkinkan untuk pemanfaatan statistik dari berbagai negara dan pelabuhan untuk mengukur arus kargo internasional dan untuk meramalkan perkembangan muatan dimasa depan. Untuk perencanaan fisik dari terminal dalam rencana induk pelabuhan, karakteristik kargo berperan penting, karena mereka mempengaruhi pemilihan lokasi, fasilitas dan kemungkinan kombinasi arus muatan yang berbeda di dalam area pelabuhan.

Klasifikasi yang kedua, dilakukan sesuai dengan bentuk kargo yang diangkut, dengan pembagian sebagai berikut:

1. Curah Kering
2. Curah Cair
3. Peti kemas
4. *Roll on / Roll of*
5. *General Cargo*

b. Kapal Break Bulk atau General Cargo

Break-bulk dapat didefinisikan sebagai semua muatan dengan jenis kemasan kotak, peti, tas, karung, drum, kargo berpendingin seperti buah, daging dll. Muatan –muatan ini memiliki bermacam jenis, Ukuran dan berat yang berbeda-beda. Umumnya muatan ini akan diangkut oleh salah satu dari tiga jenis kapal *break-bulk* , yaitu kapal *general cargo* konvensional, kapal *multipurpose* dan kapal berpendingin (*refrigerated ships*).

Kapasitas kapal *general cargo* konvensional berkisar antara 5.000 sampai 25.000 t. Kapal jenis ini memiliki empat sampai lima *cargo hold* (ruang untuk penyimpanan kargo di bawah dek) dan biasanya satu atau dua

tween deck, yang membentang di sepanjang kapal. Hal ini memungkinkan untuk menyimpan kargo sedemikian rupa, sehingga dapat didistribusikan secara merata di sepanjang kapal dan / atau untuk menurunkan muatan kargo tertentu di pelabuhan tanpa memindahkan muatan lainnya. Kapal *general cargo* dengan tipe lebih lama dapat dengan mudah diidentifikasi oleh banyaknya derik *crane* (*crane* kapal) yang diletakkan di dek. Pengaturan *crane* di atas kapal dilakukan sedemikian rupa, sehingga masing-masing *hold* dapat dilayani setidaknya dua *crane* kapal. Kapal *mutipurpose*, memiliki karakteristik yang hampir sama dengan kapal *General Cargo*. Kapal tersebut mampu mengangkut hampir semua barang, mulai dari kemasan kotak kayu, kemasan peti kemas, bahkan truk dan alat berat. Desain yang dibuat dalam beberapa tahun terakhir juga menunjukkan adanya kemampuan, meskipun terbatas, untuk membawa muatan curah, baik curah cair (minyak, produk kimia), atau curah kering (biji-bijian, bijih, dll.) dan kargo berpendingin. Kapal-kapal ini terutama dipergunakan untuk melayani pelabuhan yang kurang berkembang, karena kapal tersebut memiliki peralatan angkat di dek, sehingga dapat melakukan bongkar muat pada pelabuhan yang tidak dilengkapi alat bongkar muat.



Gambar 1.6 Kapal *General Cargo*

c. Kapal Peti Kemas

Perdagangan dunia pasca Perang Dunia II meningkat sangat pesat. Hal ini mendorong peningkatan arus transportasi laut sehingga menyebabkan kemacetan serius di pelabuhan dan timbulnya waktu tunggu yang lama. Peti kemas telah diperkenalkan pada sekitar tahun 1950 sebagai kotak kemasan ukuran standar untuk pengangkutan kargo dengan truk dan

kereta api di Amerika Serikat. Penggunaannya dalam transportasi laut adalah langkah logis untuk menyelesaikan permasalahan di atas. Namun pada awalnya penggunaan peti kemas mendapat perlawanan berat, terutama oleh serikat buruh pelabuhan. Setelah diterapkan, peti kemas terbukti mampu mengurangi waktu pelayanan dan waktu tunggu di pelabuhan secara substansial.

Peti kemas pertama memiliki Ukuran Lebar 8 kaki, tinggi 8 kaki dan panjang 20 kaki (2,44/2,44/6,10m). Dari ukuran peti kemas pertama ini, kapasitas kapal atau tempat penyimpanan kontainer masih dinyatakan dalam *Twenty Feet Equivalent Units (TEU)*. Saat ini kontainer dengan panjang empat puluh kaki juga digunakan selain dua puluh kaki, dan ukuran lainnya telah diperkenalkan untuk berbagai panjang, lebar dan tinggi.

Kapal Peti kemas "generasi pertama" adalah kapal *general cargo*, yang telah dikonversi untuk membawa peti kemas. Sejak itu beberapa kelas kapal kontainer telah dibangun dengan ukuran dan kapasitas yang semakin meningkat.

Tabel 1.10. Klasifikasi Perkembangan Kapal Peti kemas

Class	TEU Capacity	DWT (rata-rata)	L(m)	B(m)	D(B)
<i>1st Generation</i>	750-1,100	14,000	180-200	27	9
<i>2nd Generation</i>	1,500-1,800	30.000	225-240	30	11.5
<i>3rd Generation</i>	2,400-3,000	45,000	275-300	32	12.5
<i>4th Generation</i>	4,000-4,500	57,000	290-310	32.3	12.5
<i>Post Panamax</i>	4,300-,5000	54,000	270-300	38-40	12
<i>Super Post Panamax</i>	6,000-9,000	90,000	310-350	34	14
<i>Ultra large container ships (ULCS)</i>	14,000	157,000	400	56	15.5

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dari tabel di atas :

- Kapal generasi ke 2 dan berikutnya dirancang untuk membawa muatan khusus peti kemas. Biasa disebut sebagai *Full* atau *Cellular Container Ships*.
- Hingga generasi ke-4, kapal memiliki lebar yang terbatas pada 32,3 m, yang memungkinkannya untuk dapat melewati gerbang di Terusan Panama.
- Pada tahun 1996 ukuran kapal melonjak cukup besar ke *Super Post Panamax* atau Jumbo. Perkembangan kapal ini tidak hanya membutuhkan kedalaman yang lebih dalam, tetapi juga mengarah ke pemakaian *crane* darat yang lebih tinggi, dengan *boom* yang lebih panjang.
- Pada tahun 2006 lonjakan ukuran lainnya dilakukan oleh armada Emma Maersk. Perusahaan pelayaran ini memiliki kapal yang resmi tercatat berkapasitas 12.500 TEU, tapi dari ukurannya (perkiraan draftnya) dapat diperkirakan jika muatan peti kemas dapat mencapai 14.000 TEU.
- Awal 2011 Maersk Lines telah memesan 50 kapal baru berkapasitas 18.000 TEU, L = 400 m, B = 58m dan D = 15 m.



Gambar 1.7 Kapal Peti kemas

d. Kapal Ro/Ro

Selain muatan yang diangkat dengan *crane*, atau muatan yang diangkat secara vertikal (*Lo/Lo* : *lift on/lift off*) terdapat juga muatan yang proses bongkar muatnya secara horizontal. Muatan ini biasanya diangkut oleh truk atau trailer yang ikut dimuat ke dalam kapal, sehingga proses bongkar muat dilakukan secara horizontal (*Ro/Ro* : *roll on/roll off*). Karena itu, kapal Ro / Ro memiliki persamaan dengan kapal feri, yaitu harus memiliki fasilitas untuk jalur kendaraan masuk dan keluar dari kapal.

Tidak seperti kapal feri, yang biasanya hanya bisa berlayar dengan rute pendek, kapal jenis ini melayani rute yang lebih panjang. Jenis pertama kapal Ro / Ro biasanya memiliki pintu rampa (*ramp door*) di buritan kapal.

Ketika berlayar di laut pintu tersebut ditarik ke posisi vertikal dan ketika sampai di pelabuhan pintu diturunkan ke dermaga. Kerugian dari jenis pintu rampa ini adalah, bahwa pelabuhan harus menyediakan tempat khusus untuk membuka pintu rampa. Pada dermaga dengan perbedaan pasang surut yang tinggi, terdapat potensi permasalahan dalam buka tutup pintu rampa. Saat pasang, terdapat kemungkinan posisi lantai dermaga lebih rendah daripada pintu rampa yang terbuka. Sehingga pintu tidak memiliki tumpuan yang kuat dan aman sebagai akses keluar kendaraan dari dalam kapal. Sebaliknya jika posisi lantai dermaga lebih tinggi dibanding pintu rampa yang terbuka, maka akan menyebabkan pintu tidak bisa terbuka maksimal dan kendaraan tidak dapat berjalan melewati pintu tersebut. Masalah yang terjadi dengan perbedaan pasang surut dapat diselesaikan dengan menggunakan ponton atau *movable bridge* antara kapal dan dermaga.



Gambar 1.8 Fasilitas Khusus Ro/Ro

Untuk mendapatkan lebih banyak fleksibilitas dalam tempat berlabuh di pelabuhan, kapal Ro / Ro kemudian dilengkapi dengan *Quarter Ramp*, yang membuat sebuah sudut dengan sumbu kapal dan memungkinkan kapal tersebut menuju dermaga mana pun, termasuk di dermaga yang lurus. Berikut merupakan contoh kapal Ro/Ro.



Gambar 1.9 Kapal Ro/Ro

e. Kapal Curah
Kapal Curah Cair

Crude oil tanker , Kapal tanker minyak mentah dapat dengan mudah diidentifikasi dari dek yang datar dan tidak dilengkapi derik crane dan *hatch cover*. Hanya terdapat beberapa perlengkapan di atas dek seperti *stop lock*, pompa, jaringan pipa dan *hose derrick* dengan *manifold* pada bagian tengah kapal. Perlengkapan lain yang biasanya ada adalah *catwalk*, *gangway* horizontal, yang membentang di sepanjang dek sebagai akses awak kapal bergerak di sepanjang kapal.

Product tanker, Definisi kapal tanker produk yang diberikan oleh Lloyd's Register (*Ref. Lloyd's Register Management Services*) adalah: sebuah kapal dengan tangki independen untuk pengangkutan produk turunan/hasil olahan minyak bumi secara massal. Banyak kapal tanker produk memiliki kapasitas *dead-weight* lebih kecil dari 7500 t, namun ada juga kelas kapal dengan kapasitas antara 30.000 dan 40.000 t.

Parcel Tanker, Kapal tanker parsel adalah kapal tanker khusus untuk pengangkutan produk minyak sulingan, seperti parafin, minyak diesel dan / atau cairan kimia. Kapal tanker parsel memiliki banyak kompartemen yang relatif kecil di dalam *cargo hold* dan dapat digunakan secara terpisah, dimana berbagai produk dapat diangkut pada saat bersamaan. Salah satu masalah besar dari kapal tanker *parcel* adalah pembersihan tangki. Bila jenis kargo tertentu dibawa ke tempat tujuannya, dan jenis kargo lain harus dimuat, tangki harus dibersihkan terlebih dulu. Di pelabuhan yang dilengkapi fasilitas pembersihan yang baik, pembersihan dapat dilakukan secara profesional. Tetapi jika tidak, maka pembuangan ilegal di laut mungkin terjadi. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan laut secara serius.



Gambar 1.10 Kapal OilTanker

Kapal Curah Kering

Kapal curah kering dirancang untuk membawa sejumlah besar muatan curah (tanpa kemasan) seperti biji-bijian, batu bara, bijih besi dll. Pemuatan curah umumnya dilakukan oleh alat muat pelabuhan/ *crane* darat. Untuk pembongkaran dapat dilakukan oleh *crane* darat atau dengan peralatan yang dimiliki kapal. Sebagian besar kapal curah kering tidak memiliki kemampuan pemuatan sendiri. *Geared bulk carriers* adalah kapal yang dilengkapi dengan *crane* pada semua *cargo hold* sehingga tidak lagi memerlukan *crane* darat untuk proses pembongkaran muatan. Berbeda dengan kapal tanker, kapal pengangkut curah kering memiliki palka. Palka biasanya sangat lebar, untuk memberi akses ke peralatan bongkar muat di setiap *cargo hold*.

Salah satu jenis kapal curah kering adalah CSU's (*Continuous Self Unloaders*), adalah kapal yang memiliki kemampuan bongkar sendiri melalui sistem *conveyor* yang ada pada kapal. Dengan sistem ini, kapasitas bongkar hingga 6.000 t / jam bisa tercapai. Keuntungan dari *self unloaders* ini adalah bahwa hanya beberapa *dolphin* yang diperlukan untuk tempat berlabuh, tanpa memerlukan dermaga yang luas.



Gambar 1.11 *Bulk Carriers*

1.4 FUNGSI DAN ORGANISASI PELABUHAN

1.4.1. Fungsi Pelabuhan

Fungsi utama dari sebuah pelabuhan adalah :

- Pelabuhan merupakan salah satu mata rantai proses transportasi dari tempat asal barang ke tempat tujuan.
- Pelabuhan sebagai tempat pertemuan dua moda transportasi, misalnya transportasi laut dan transportasi darat.

Selain itu pelabuhan juga memiliki beberapa fungsi yang lain, antara lain :

- Pelabuhan sebagai pintu gerbang suatu negara, di mana setiap kapal yang berkunjung harus mematuhi peraturan dan prosedur yang berlaku di daerah di mana pelabuhan tersebut berada.
- Pelabuhan memiliki peran yang sangat penting bagi perkembangan industri suatu negara / daerah yang umumnya berorientasi pada kegiatan ekspor.

1.4.2. Organisasi Pelabuhan

Dalam dunia kepelabuhanan, dikenal beberapa jenis organisasi manajemen kepelabuhanan, sebagai berikut :

1. **Public Service Port**

Penyelenggaraan Pelabuhan dilakukan mayoritas oleh Pemerintah, melalui Menteri Perhubungan atau Otoritas Pelabuhan. Pemimpin manajemen organisasi pelabuhan adalah seorang Direktur yang merupakan PNS dan bertanggung jawab terhadap Menteri. (Beberapa negara seperti India & Srilanka memakai model ini)

2. **Tool Port**

Pemerintah / Otoritas Pelabuhan menyediakan semua infrastruktur dan fasilitas penunjang untuk kemudian dioperasikan oleh perusahaan *cargo handling*

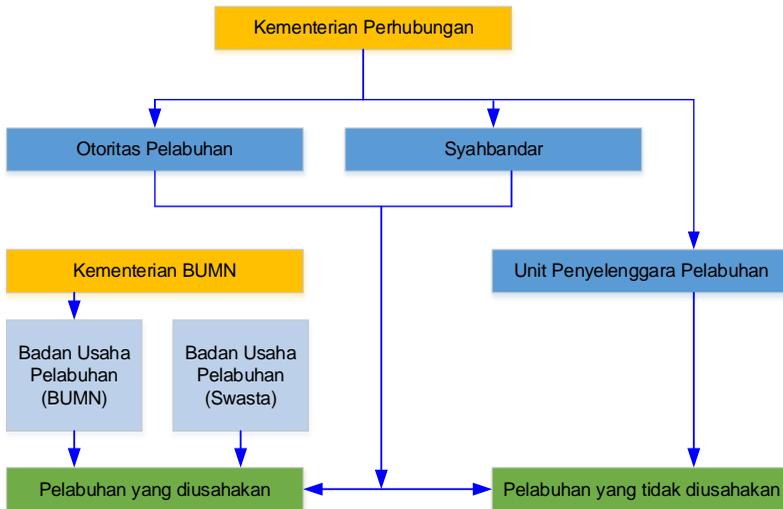
3. **Landlord Port**

Pemerintah / Otoritas Pelabuhan (OP) menyediakan Infrastruktur untuk disewa dalam bentuk konsesi oleh sebuah Badan Usaha Pelabuhan (BUP) . BUP kemudian berinvestasi dalam bentuk fasilitas pelabuhan, gedung dan peralatan bongkar muat . BUP membayar biaya konsesi kepada OP.

4. **Private Service Port**

Semua bagian dari pelabuhan baik lahan darat, laut, infrastruktur dan fasilitas pelabuhan lainnya dimiliki dan diusahakan oleh swasta.

Indonesia sendiri ,menerapkan sistem manajemen organisasi kepelabuhanan berbasis *Landlord Port*. Dengan struktur tata kelola pelabuhan sebagai berikut :



Gambar 1.12 Organisasi Kepelabuhanan di Indonesia

BAB 2 METODE PERENCANAAN PELABUHAN

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Tahap Perencanaan Pelabuhan

2.1 PENDAHULUAN

2.1.1 Umum

Pada prinsipnya perencanaan pelabuhan tidak berbeda dengan perencanaan infrastruktur lainnya. Satu hal yang membedakan adalah adanya tahapan pengembangan dalam setiap desain pelabuhan. Di mana tahapan tersebut tercantum dalam Rencana Induk Pelabuhan. Perencanaan pelabuhan memiliki keistimewaan dibandingkan dengan perencanaan infrastruktur lainnya dalam hal kompleksitas proses perencanaannya. Selain perencanaan tata ruang, aspek teknis, lingkungan dan aspek legal yang umum dilakukan untuk perencanaan infrastruktur, perencana pelabuhan harus memperhitungkan aspek yang lebih kompleks seperti aspek kelautan, pelayaran dan operasional pelabuhan.

Pemilik pelabuhan atau operator pelabuhan diharuskan memiliki antisipasi terhadap perkembangan muatan dimasa depan dan memastikan bahwa infrastruktur yang telah dibangun dapat berfungsi dengan baik. Perkembangan jumlah muatan dan kedatangan kapal, baik meningkat ataupun menurun harus direspons dengan cepat. Hal ini dilakukan untuk mencegah tidak optimalnya pelayanan pada sebuah pelabuhan. Metodologi perencanaan sebagaimana diuraikan dalam bab ini mengikuti pendekatan umum seperti yang diterapkan di bidang teknik lainnya.

Tujuan utama dari perencanaan pelabuhan adalah mencari titik optimal antara kapasitas, biaya dan tingkat pelayanan pelabuhan. Dalam prosesnya, pencarian titik optimal ini melibatkan banyak faktor untuk dipertimbangkan. Salah satu faktor penting yang menjadi titik berat dalam perencanaan pelabuhan adalah kapasitas pelabuhan. Kapasitas pelabuhan merupakan kemampuan dari sistem infrastruktur pelabuhan untuk mengakomodasi moda transportasi darat dan laut dan memberikan pelayanan dalam tingkat dan biaya tertentu. Kapasitas pelabuhan

direncanakan sesuai dengan proyeksi arus barang dan kapal yang akan dilayani. Kapasitas ini akan dikembangkan secara bertahap sesuai dengan perkembangan arus barang dan kapal.

2.2 TAHAP PERENCANAAN PELABUHAN

2.2.1. Jangka Waktu Perencanaan

Pada sebuah proses perencanaan pelabuhan, terdapat beberapa tahapan pengembangan dengan jangka waktu tertentu. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : 51 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut, jangka waktu perencanaan di dalam Rencana Induk Pelabuhan adalah:

Tabel 2.1 Tahapan Pengembangan

No	Tahap Pengembangan	Jangka Waktu
1	Jangka Pendek	5 – 10 tahun
2	Jangka Menengah	10 - 15 tahun
3	Jangka Panjang	15 – 20 tahun

Rencana Induk Pelabuhan yang telah disusun, dapat ditinjau ulang 1 kali dalam 5 tahun. Selama jangka waktu tersebut, *throughput* yang terjadi dibandingkan dengan hasil perkiraan yang telah dilakukan sebelumnya (*forecasting*). Dengan adanya data *throughput* aktual pelabuhan, dapat dilakukan penyesuaian tahapan pembangunan, apakah dipercepat atau ditunda sesuai dengan realisasi *throughput*. Dengan cara ini diharapkan dapat diperoleh proses perencanaan yang berkesinambungan.

Pembagian jenis perencanaan pelabuhan dapat dibagi menjadi : perencanaan operasional, perencanaan strategis dan perencanaan jangka panjang (Tabel 2.2). Perencanaan operasional merupakan perencanaan yang dilakukan dengan tinjauan jangka pendek (harian). Perencanaan ini meliputi *berth planning*, *yard planning* dan perencanaan operasional pada fasilitas pelabuhan lainnya. Sedangkan perencanaan strategis biasanya dilakukan untuk jangka waktu tinjauan 3 sampai 5 tahun dengan tujuan mengoptimalkan kapasitas pelabuhan dan sumber daya yang ada. Hal ini terkait erat dengan rencana pemasaran dan strategi perusahaan. Perencanaan jangka panjang menitikberatkan pada pembuatan *Masterplan* rencana pengembangan pelabuhan. Perencanaan ini meliputi rencana

pengembangan fasilitas, pembelian peralatan bongkar dan muat maupun penambahan jumlah tenaga kerja.

Tabel 2.2 Jenis Perencanaan Pelabuhan

Perencanaan	Jangka Waktu	Skala	Tingkat detail
Rencana Induk (<i>Masterplan</i>)	> 10 tahun	Besar	Rendah
Rencana strategis/bisnis	3 - 5 tahun	Sedang	Sedang
Rencana operasional	Harian/Mingguan	Kecil	Tinggi

2.2.2. Proses Perencanaan

Seorang perencana pelabuhan harus memiliki pengetahuan yang cukup tentang berbagai bidang kepelabuhanan untuk dapat mengarahkan tim perencana dan mengintegrasikan hasilnya. Beberapa bidang ilmu yang penting dalam perencanaan pelabuhan adalah:

Teknis

- *Hydro-Oceanography* (iklim, gelombang, arus, dll.)
- Teknik Pantai (morfologi, pemecah gelombang, dll.)
- Struktur Pantai (dermaga, trestle, dll.)
- Pengerukan (penggalian, reklamasi lahan, dll.)
- Geologi, geoteknologi dan teknik gempa (fondasi, stabilitas struktur dll.)
- Teknologi transportasi (peralatan bongkar muat, alat angkut dll.)
- Operasional terminal dan logistik
- Rekayasa lalu lintas (jalan raya dan rel)
- Rekayasa keselamatan (konsekuensi kargo berbahaya terhadap rencana tata ruang)

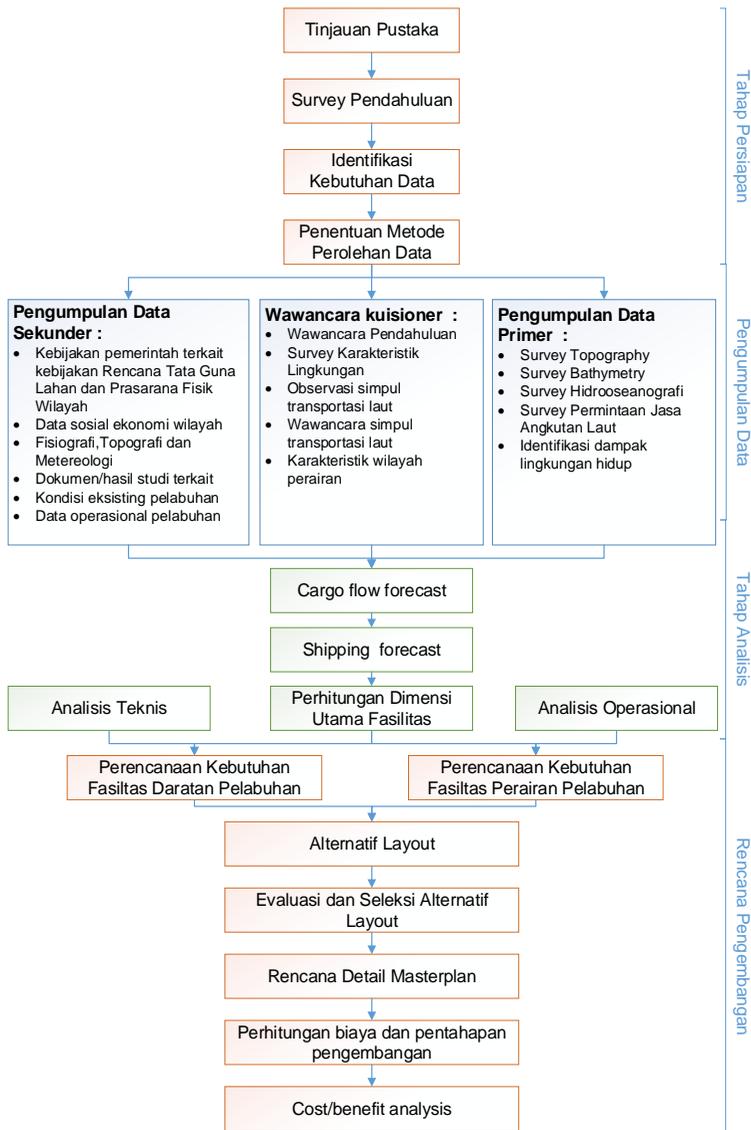
Ekonomi

- Ekonomi Makro dan Ekonomi transportasi (peramalan muatan)
- Ekonometri (analisis ekonomi dan keuangan)
- Perdagangan (pembiayaan, pemasaran)

Sosial / Lingkungan

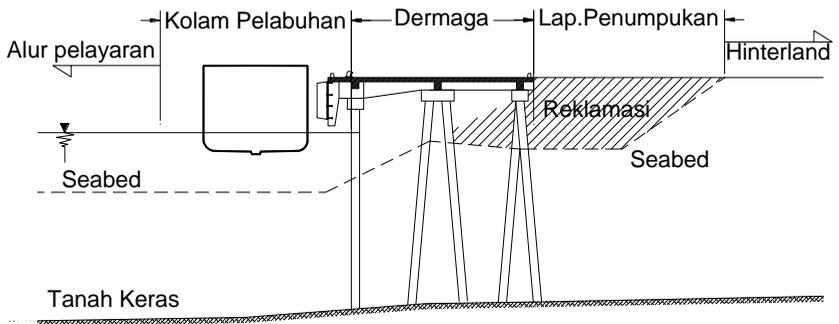
- Penataan ruang
- Dampak lingkungan (analisis polusi udara, air, kebisingan, tanah dll.)
- Hukum (persyaratan, perizinan lokal dan nasional)

Secara umum alur perencanaan Rencana Induk Pelabuhan dapat dilihat dalam diagram alir berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir Penyusunan RIP

Secara umum wilayah yang menjadi tinjauan dalam perencanaan pelabuhan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Tinjauan Perencanaan Pelabuhan

2.2.3. Tahapan Perencanaan

1. Tahap Pengumpulan Data

A. Inventarisasi Data Awal dan Data Sekunder

Dalam tahap awal proses perencanaan, dilakukan pengumpulan data-data pendukung sebagai dasar perencanaan yang akan dilakukan selanjutnya. Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, data sekunder yang harus diperoleh adalah sebagai berikut :

a. Kebijakan Pemerintah terkait Rencana Tata Guna Lahan dan Prasarana Fisik Wilayah yang ada, meliputi:

1. Rencana Induk Pelabuhan Nasional (RIPN) / Tatanan Kepelabuhanan Nasional. Data ini berisi lokasi-lokasi rencana pelabuhan beserta hierarki pelabuhan pada lokasi tersebut. Penting untuk dipastikan, bahwa lokasi yang akan kita rencanakan telah sesuai dengan RIPN baik tempat maupun hierarkinya.
2. Tatanan Transportasi Nasional (Tatranas), Tatanan Transportasi Wilayah (Tatrawil) dan Tatanan Transportasi Lokal (Tatralok). Data ini berguna untuk melihat kesesuaian lokasi yang akan kita bangun dengan rencana pengembangan sistem transportasi yang sudah ada.
3. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi dan Kabupaten/Kota. Data ini berguna untuk melihat kesesuaian lokasi

yang akan kita bangun dengan zonasi peruntukan wilayah, yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah terkait.

4. Informasi mengenai daerah-daerah yang termasuk MP3EI, Kawasan Ekonomi Khusus (KEK), Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (KAPET) serta Kawasan strategis pembangunan nasional lainnya sesuai rencana Pemerintah Pusat. Data ini berguna untuk mengetahui potensi industri yang dapat menjadi pembangkit muatan untuk pelabuhan.
5. Informasi mengenai daerah rawan bencana. Data ini berguna untuk mengetahui keamanan lokasi pelabuhan yang direncanakan, terhadap potensi bahaya bencana alam.

b. Data Sosial Ekonomi Wilayah, meliputi:

1. Kependudukan (jumlah, kepadatan, sebaran dan laju pertumbuhan);
2. Pertumbuhan ekonomi nasional dan daerah;
3. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB);
4. Ekspor dan impor;
5. Profil potensi investasi dan pengembangan industri di daerah;
6. Potensi komoditas unggulan dan pariwisata;
7. Kondisi sosial ekonomi dan lingkungan masyarakat setempat.

c. Fisiografi, Topografi, dan Meteorologi

1. Peta pada lokasi dan kawasan di sekitar rencana pelabuhan;
2. Peta tata guna lahan di sekitar lokasi rencana pelabuhan;
3. Data status kepemilikan lahan di lokasi rencana pelabuhan;
4. Data meteorologi dan klimatologi (suhu udara, kelembaban, arah angin dan kecepatan angin, curah hujan, gempa);
5. Informasi mengenai daerah konservasi.

d. Dokumen/hasil studi terkait

1. Hasil studi atau perencanaan pengembangan pelabuhan yang terkait;
2. Hasil studi atau rencana pihak-pihak swasta/investor terhadap area tertentu di kawasan pelabuhan;
3. Hasil studi atau perencanaan sektor-sektor lain yang terkait dengan rencana pembangunan pelabuhan.

e. Kondisi eksisting fasilitas pelabuhan

1. Data Fasilitas Pelabuhan;
2. Layout Eksisting Pelabuhan;
3. Data kondisi Alur Pelayaran;
4. Data Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP).

B. Wawancara/kuesioner dengan instansi terkait

Wawancara/Kuesioner bertujuan untuk mendapat masukan dari pihak terkait mengenai rencana pengembangan pelabuhan. Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, wawancara yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. BAPPEDA, untuk mendapatkan informasi mengenai kebijakan pengembangan wilayah di sekitar kawasan perencanaan pelabuhan dalam kaitannya dengan perencanaan wilayah makro;
2. Dinas Perhubungan, untuk mendapatkan gambaran arah kebijakan pengembangan sektor perhubungan terutamanya perhubungan laut terkait dengan rencana pengembangan kawasan pesisir di wilayah perencanaan serta rencana-rencana / permasalahan menyangkut pengembangan sektor perhubungan atau transportasi;
3. Dinas Lingkungan Hidup, untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi lingkungan di sekitar pelabuhan beserta faktor-faktor yang dapat mencemarmkan lingkungan;
4. Dinas Pekerjaan Umum;
5. Operator Sarana Angkutan Laut untuk memperoleh data operasional pelabuhan;
6. Masyarakat sekitar pelabuhan;
7. Pengguna Jasa Pelabuhan;
8. Pihak-pihak terkait lainnya.

Jenis wawancara/kuesioner yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Wawancara Pendahuluan
Wawancara dilakukan terhadap Kepala Dinas (Perhubungan, Bappeda) setempat guna mengidentifikasi wilayah yang digunakan untuk transportasi, pusat pergerakan, dan rencana pengembangan transportasi. Hasil dari wawancara ini digunakan sebagai analisis awal untuk survei berikutnya.
- b. Survei Karakteristik Lingkungan
Kuesioner diisi oleh masyarakat sekitar pelabuhan dengan tujuan mengetahui karakteristik masyarakat di sekitar pelabuhan yang menjadi pengguna transportasi laut. Survei meliputi kondisi fisik, ekonomi, dan sosial kemasyarakatan.
- c. Observasi Simpul Transportasi Laut
Mendapatkan data primer mengenai kondisi dan karakteristik transportasi laut yang meliputi: kondisi pelabuhan, jaringan

transportasi laut, zona asal dan tujuan barang / penumpang, jenis dan ukuran kapal, serta hambatan yang ada.

d. Wawancara Simpul Transportasi Laut

Mendapatkan data mengenai simpul transportasi seperti : pelabuhan, bandara, dan terminal yang meliputi : kapasitas, fasilitas, rute, kegiatan operasional, kondisi fisik, dll. Hal ini untuk mengetahui potensi perpindahan moda transportasi.

e. Karakteristik Laut

Mendapatkan informasi mengenai karakteristik wilayah perairan.

C. Survei Lapangan

Survei Lapangan dimaksudkan untuk memperoleh data primer beserta kondisi aktual yang ada di lapangan. Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, survei Lapangan yang dilakukan meliputi survei berikut:

a. Survei Topografi

Pengukuran Topografi seluas $\pm 10,0$ Ha (atau disesuaikan dengan kondisi pelabuhan) dilakukan pada lokasi dan sekitar rencana pelabuhan serta bertujuan untuk mendapatkan peta situasi wilayah daratan pada lokasi rencana pembangunan pelabuhan. Topografi mencakup batas-batas luar wilayah pelabuhan dan pemetaan terhadap fasilitas-fasilitas eksisting di dalam wilayah pelabuhan.

b. Survei Batimetri

Pengukuran Batimetri seluas $\pm 30,0$ Ha (atau disesuaikan dengan kondisi pelabuhan) dilakukan pada lokasi dan sekitar pelabuhan dan bertujuan untuk mendapatkan peta situasi wilayah perairan pada lokasi rencana pembangunan pelabuhan. Survei batimetri mencakup kerapatan, kedalaman yang diukur sampai batas dari alur pelayaran masuk.

c. Survei Hidrooseanografi

1) Pengamatan pasang surut

- Maksud pengamatan pergerakan pasang surut adalah untuk menentukan kedudukan air tertinggi, duduk tengah dan air terendah yang dicapai maupun kedudukan LWS;
- Pengamatan/pencatatan pergerakan muka air dilakukan minimum selama 15 hari terus menerus menggunakan alat pencatat otomatis.

2) Pengukuran Arus

Pengalaman kecepatan dan arah arus dilakukan minimal pada 2 (dua) lokasi;

- d. Survei Permintaan Jasa Angkutan Laut
Survei lapangan untuk permintaan jasa angkutan laut dilakukan bila tidak tersedia data operasional yang memadai untuk dijadikan bahan analisis kebutuhan pembangunan/pengembangan fasilitas pelabuhan. Survei ini berupa pengumpulan data yang meliputi:
 - 1) Jumlah kunjungan kapal (*ship call*);
 - 2) Jumlah pergerakan penumpang;
 - 3) Volume pergerakan barang;
 - 4) Rute/jaringan dan status pelayaran;
 - 5) Tipe/jenis kapal yang beroperasi.
- e. Identifikasi Dampak Lingkungan Hidup
Identifikasi dampak lingkungan hidup merupakan identifikasi awal kemungkinan timbulnya dampak pada lokasi pelabuhan dan sekitarnya akibat penyelenggaraan operasi pelayaran, yang meliputi:
 - 1) Pencemaran udara dan air akibat pengoperasian kapal laut;
 - 2) Dampak terhadap flora dan fauna;
 - 3) Dampak terhadap sosial, ekonomi dan budaya, kesehatan masyarakat;
 - 4) Pengendalian limbah padat dan cair;
 - 5) Rekomendasi jenis studi lingkungan yang harus dilakukan.

2. Tahap Analisis

A. Analisis Prakiraan Jasa Angkutan Laut

Dalam tahap ini, dilakukan analisis terhadap permintaan jasa angkutan laut dan bongkar muat barang yang akan dilayani oleh pelabuhan. Dari data-data yang telah didapatkan sebelumnya, dilakukan prakiraan terhadap pertumbuhan jasa angkutan laut dalam tahun tinjauan yang dilakukan. Hasil prakiraan itu nantinya akan digunakan sebagai dasar evaluasi fasilitas eksisting pelabuhan dan juga sebagai dasar perencanaan pengembangan pelabuhan.

Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, analisis perkiraan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1. Analisis prakiraan permintaan jasa angkutan laut (20 tahun ke depan) di wilayah perencanaan (Provinsi/Kabupaten setempat), meliputi:

- a. Prakiraan jumlah pergerakan kapal tahunan.
 - b. Prakiraan jumlah pergerakan penumpang tahunan.
 - c. Prakiraan volume barang tahunan.
 - d. Prakiraan jaringan/rute pelayaran masa mendatang.
 - e. Prakiraan waktu pengoperasian jenis kapal dimasa mendatang.
2. Analisis Asal Tujuan Lalu Lintas Kapal (Origin Destination Analysis)
 3. Analisis Pergantian Antar Moda Angkutan (Modal Split Analysis)

B. Analisis Teknis

1. Kajian hidro-oseanografi dalam pembuatan dan penetapan arah arus dan gelombang di lokasi rencana pelabuhan untuk penetapan arah/posisi dermaga;
2. Kajian alur dan kawasan keselamatan pelayaran (*turning basin area*);
3. Evaluasi jenis fasilitas pelabuhan yang dibutuhkan sampai dengan rencana pembangunan tahap akhir (*ultimate phase*);
4. Analisis prakiraan kebutuhan lahan sampai dengan rencana pembangunan pelabuhan tahap akhir;
5. Evaluasi kondisi fisik dan daya dukung lahan di lokasi rencana pelabuhan;
6. Ketersediaan utilitas;
7. Evaluasi topografis permukaan lahan rencana lokasi pelabuhan;
8. Keterpaduan rencana pengembangan/pembangunan pelabuhan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi dan Kabupaten/Kota setempat;
9. Kondisi dan ketersediaan lahan;
10. Potensi pendangkalan;
11. Kendala pelaksanaan konstruksi;
12. Ketersediaan akses/jalan masuk;
13. Kajian terhadap kendala kondisi alam yang menjadi batasan dalam pengembangan pelabuhan.

C. Analisis Operasional

1. Kajian jenis dan ukuran kapal yang diperkirakan akan beroperasi di pelabuhan;
2. Kajian pengaruh gelombang terhadap operasi pelabuhan;
3. Kajian alur dan kawasan pelabuhan bila ada pelabuhan lain di sekitarnya;
4. Kajian pengaturan operasi pelabuhan;
5. Kajian dukungan peralatan SBNP.

D. Analisis Kebutuhan Pengembangan

Rencana pengembangan fasilitas pelabuhan juga harus mengacu pada kebijakan pembangunan, arahan tata ruang dan analisis prakiraan permintaan jasa angkutan laut tersebut, dan selanjutnya harus menyusun konsep pengembangan pelabuhan yang diwujudkan dalam target kemampuan layanan pelabuhan, tahapan pengembangan dan tahapan pelaksanaan pembangunannya.

Analisis kebutuhan jenis fasilitas pelabuhan dan kebutuhan lahan harus berdasarkan pada hierarki pelabuhan yang ada dalam Rencana Induk Pelabuhan Nasional. Analisis kebutuhan jenis fasilitas pelabuhan meliputi:

1. Kebutuhan fasilitas wilayah perairan;
2. Kebutuhan fasilitas wilayah daratan;
3. Kebutuhan sarana bantu navigasi pelayaran;
4. Kebutuhan fasilitas penunjang;
5. Kebutuhan utilitas seperti listrik, telepon, sistem penerangan, sistem drainase, air bersih, *sewage treatment*, *fuel supply*, dan jaringan jalan.

E. Analisis Kebutuhan Biaya dan Tahapan Pembangunan

Analisis kebutuhan biaya pembangunan merupakan perhitungan biaya pembangunan pelabuhan yang dibuat secara rinci disesuaikan dengan penahapan pembangunan fasilitas pelabuhan yang optimal berdasarkan standar satuan harga terakhir pada saat pelaksanaan pekerjaan pembuatan rencana induk pelabuhan yang ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat dan atau satuan harga pasar yang berlaku setelah memperhatikan hasil analisa ekonomi dan finansial serta kemampuan pendanaan. Tahapan pelaksanaan pembangunan dilakukan berdasarkan skala prioritas serta kemampuan pendanaan sesuai hasil analisa kebutuhan biaya.

3. Tahap Perencanaan Pembangunan dan Pengembangan

Kebutuhan ruang dihitung dengan mempertimbangkan kebutuhan fasilitas pelabuhan sesuai dengan hierarkinya dalam Rencana Induk Pelabuhan Nasional / Tatanan Kepelabuhanan Nasional dan ketersediaan area.

A. Perencanaan Kebutuhan Ruang Daratan

Rencana peruntukan wilayah daratan untuk RIP disusun berdasarkan kriteria kebutuhan yang terdiri dari fasilitas pokok dan fasilitas penunjang.

1. Fasilitas Utama, meliputi:

- Dermaga



Gambar 2.3 Dermaga

- Gudang lini 1

Barang-barang yang ada pada gudang ini masih berada dalam pengawasan bea cukai, karena belum menyelesaikan urusan bea cukai atau persyaratan lainnya.



Gambar 2.4 Gudang Lini 1

- Terminal peti kemas;
- Terminal ro-ro;
- Fasilitas penampungan dan pengolahan limbah;
- Fasilitas bunker;
- Fasilitas pemadam kebakaran;

- Fasilitas gudang untuk Bahan/Barang Berbahaya dan Beracun (B3); dan
- Fasilitas pemeliharaan dan perbaikan peralatan dan Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran (SBNP)
- Lapangan penumpukan lini 1



Gambar 2.5 Lapangan Penumpukan 1

- Terminal penumpang



Gambar 2.6 Terminal Penumpang

2. Fasilitas Penunjang, meliputi:

- Fasilitas pos dan telekomunikasi;
- Fasilitas pariwisata dan perhotelan;
- Jaringan air limbah, drainase, dan sampah;
- Jaringan jalan dan rel kereta api;
- Kawasan perkantoran;
- Instalasi air bersih, listrik, dan telekomunikasi;



Gambar 2.7 Jalur Air Bersih dan Listrik di Dermaga

- Areal pengembangan pelabuhan;
- Tempat tunggu kendaraan bermotor;
- Kawasan perdagangan;
- Kawasan industri; dan
- Fasilitas umum lainnya

B. Perencanaan Kebutuhan Ruang Perairan

Rencana peruntukan wilayah perairan untuk Rencana Induk Pelabuhan terdiri dari :

1. Fasilitas utama meliputi:

- Kolam pelabuhan untuk kebutuhan sandar dan olah gerak kapal;



Gambar 2.8 Kolam Pelabuhan

- Alur pelayaran;
- Perairan tempat labuh;

- Perairan pandu;
- Perairan tempat alih muat kapal;
- Perairan untuk kapal yang mengangkut Bahan/Barang Berbahaya dan Beracun (B3);
- Perairan untuk kegiatan karantina;
- perairan alur penghubung intra-pelabuhan
- Perairan untuk kapal pemerintah.

2. Fasilitas Penunjang meliputi:

- Perairan untuk pengembangan pelabuhan jangka panjang;
- Perairan untuk fasilitas pembangunan dan pemeliharaan kapal;



Gambar 2.9 Galangan Kapal

- Perairan tempat uji coba kapal (percobaan berlayar);
- Perairan tempat kapal mati;
- Perairan untuk keperluan darurat;
- Perairan untuk kegiatan kepariwisataan dan perhotelan.

BAB 3 PERENCANAAN FASILITAS PERAIRAN

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Alur Pelayaran
- ✓ Kolam Pelabuhan
- ✓ Area Labuh Kapal
- ✓ Fasilitas Perairan lainnya

3.1 PENDAHULUAN

3.1.1. Umum

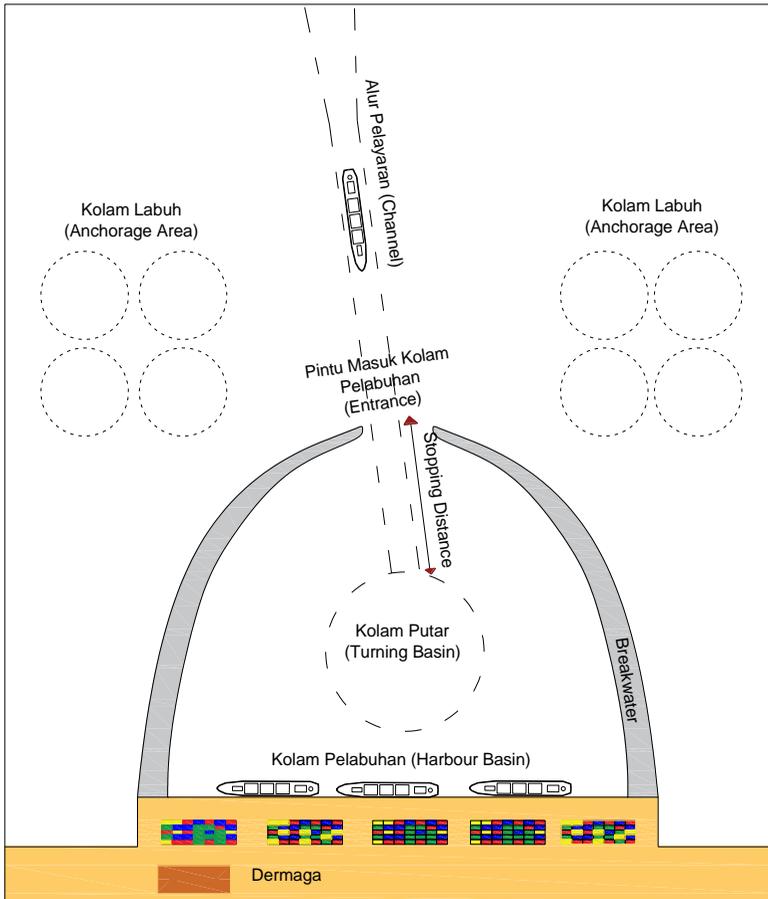
Sebuah pelabuhan terdiri dari fasilitas darat yang digunakan untuk melayani bongkar muat barang dan fasilitas perairan untuk melayani kapal yang datang. Fasilitas perairan ini antara lain adalah alur pelayaran, kolam pelabuhan, kolam putar dan kolam labuh. Perencanaan fasilitas perairan ini sangat penting, terutama untuk keamanan dan keselamatan kapal yang masuk. Selain itu investasi dalam pembuatan fasilitas perairan ini cukup besar, dan sulit dimodifikasi jika pelabuhan telah selesai dibangun. Sehingga perencanaan jangka panjang dari fasilitas ini mutlak diperlukan.

Aspek desain sebagian besar berpusat pada perilaku manuver kapal di bawah pengaruh angin, arus dan gelombang. Oleh karena itu kita harus lebih mengerti tentang perilaku manuver dan respons hidrodinamik kapal. Aspek lain yang harus diperhatikan adalah transportasi sedimen dan aspek lingkungan hidup pada fasilitas perairan tersebut. Penelitian tentang efek bagi habitat makhluk laut perlu dilakukan, terutama ketika diperlukan penggalian/ *dredging* pada dasar laut. Hal ini untuk menjaga kelestarian lingkungan pada saat pembangunan berlangsung.

Fasilitas perairan sebuah pelabuhan harus direncanakan secara terintegrasi. Sehingga masing-masing fasilitas perairan yang ada di pelabuhan tersebut dapat saling menunjang satu dengan yang lain. Secara umum fasilitas perairan di pelabuhan dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu:

- Fasilitas untuk kapal bergerak (alur pelayaran, alur masuk pelabuhan, kolam putar dsb.)

- Fasilitas untuk kapal yang tidak bergerak (kolam labuh, kolam pelabuhan dsb.)



Gambar 3.1 Fasilitas Utama Perairan Pelabuhan

Beberapa bagian utama dari fasilitas utama perairan adalah:

- Alur pelayaran (*Channels*) : sebuah alur dengan batas dan kedalaman yang telah ditentukan, di mana kapal dapat berlayar dengan aman.

- Alur masuk pelabuhan (*Entrances Channels*): tempat masuk dan keluarnya kapal dari sebuah pelabuhan.
- Area manuver (*Maneuvering areas*): zona di mana sebuah kapal berhenti, berbelok atau bermanuver untuk menuju dermaga, termasuk di dalam fasilitas ini adalah kolam putar (*Turning Basin*)
- Area Labuh (*Anchorage area*): suatu wilayah dengan kedalaman laut yang cukup dan kondisi yang baik untuk kapal berlabuh sementara sebelum memasuki area terminal.
- Kolam Pelabuhan (*Harbor Basin*): area dengan kedalaman tertentu yang berada di depan dermaga, memiliki perairan yang tenang sehingga kapal dapat bersandar di dermaga dan melakukan proses bongkar muat dengan aman.

Bagian-bagian dari fasilitas ini memerlukan perencanaan yang matang, sehingga operasional pelabuhan dapat berlangsung tanpa adanya gangguan. Ilustrasi dari posisi fasilitas-fasilitas perairan ini di dalam pelabuhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2 ALUR PELAYARAN

3.2.1. Umum

Alur pelayaran merupakan jalur perairan yang menghubungkan lautan luar dengan fasilitas perairan dari sebuah pelabuhan. Alur ini dapat berupa alur alami dengan kedalaman dan lebar yang telah memenuhi syarat secara alami, ataupun alur buatan yang merupakan hasil dari *dredging* pada dasar perairan.

Alur pelayaran ini digunakan sebagai jalur pengarah bagi kapal yang akan masuk ke kolam pelabuhan. Batas alur biasanya ditandai dengan alat bantu navigasi berupa pelampung suar ataupun rambu suar. Alur ini penting fungsinya dalam menjamin keamanan kapal dan mempermudah navigasi kapal saat memasuki pelabuhan.

Terdapat 3 parameter utama dalam melakukan perencanaan alur pelayaran yaitu *Alignment*, kedalaman alur dan lebar alur. Aspek desain tersebut bergantung pada beberapa hal seperti berikut:

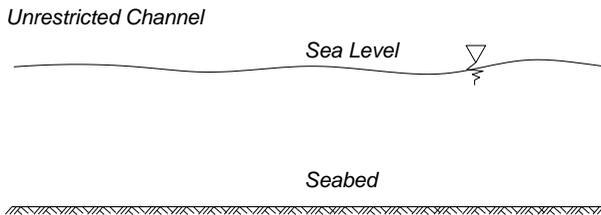
- Kondisi lalu lintas kapal
- Keadaan geografis dan meteorologi pada wilayah alur
- Sifat fisik tanah dasar alur
- Kelengkapan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran

- Karakteristik kapal maksimum yang menggunakan alur
- Kondisi pasang surut, angin dan gelombang.

Dari aspek fisiknya, alur dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

➤ **Unrestricted Channels**

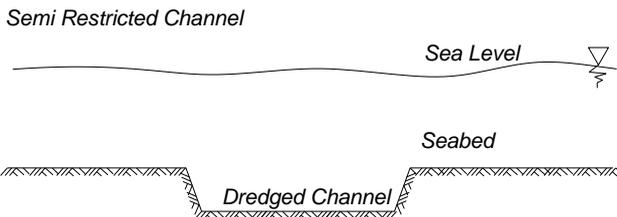
Adalah alur yang memiliki kedalaman yang cukup tanpa perlu dilakukan pengerukan, dengan lebar alur 10- 15 kali lebar kapal yang melintas.



Gambar 3.2 *Unrestricted Channels*

➤ **Semi Restricted Channels**

Adalah alur yang berasal dari hasil *dredging* pada area *seabed* yang dangkal.

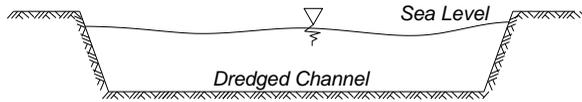


Gambar 3.3 *Semi Restricted Channels*

➤ **Restricted Channels**

Adalah alur yang keseluruhan lebarnya berasal dari hasil *dredging*. Contoh dari alur jenis ini adalah Panama Canal, di mana kapal maksimum yang mampu melewati alur ini memiliki *LOA* 294 m, *width of beam* 32.31 m dan *maximum draft* 12 m.

Fully Restricted Channel

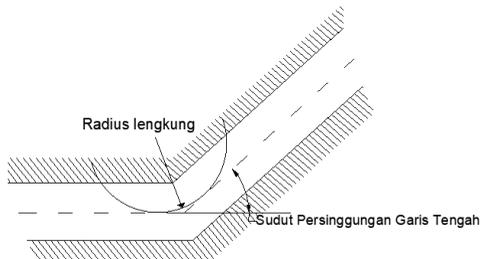


Gambar 3.4 Restricted Channels

3.2.2. Alignment

Secara garis besar, perencanaan alignment dari alur berdasarkan beberapa hal, sebagai berikut:

- Arah alur sebisa mungkin tidak tegak lurus dengan arah angin dan arah arus.
- Arah alur membentuk sudut sekecil mungkin dengan arah gelombang dominan.
- Belokan pada alur sebisa mungkin dihindari, terutama belokan ketika akan memasuki area pelabuhan. Jika dikarenakan adanya kendala geografis sehingga harus ada belokan pada alur, maka berikut beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam merencanakan sebuah belokan pada alur:
 1. Jika sudut persinggungan antara garis tengah alur membentuk sudut lebih kecil dari 25° , maka Radius lengkung dari alur harus lebih besar dari 3 kali pajang kapal rencana.
 2. Jika sudut persinggungan antara garis tengah alur membentuk sudut antara $25^\circ - 35^\circ$, maka Radius lengkung dari alur harus lebih besar dari 5 kali pajang kapal rencana.
 3. Jika sudut persinggungan antara garis tengah alur membentuk sudut lebih besar dari 35° , maka Radius lengkung dari alur harus lebih besar dari 10 kali pajang kapal rencana.



Gambar 3.5 Ilustrasi posisi radius lengkung dan sudut belokan

3.2.3. Lebar Alur

Lebar minimum alur sangat tergantung dari ukuran kapal yang menggunakan alur tersebut, kemampuan manuver kapal dan pengaruh dari angin, arus dan gelombang. Lebar alur dibagi menjadi 3 area yaitu:

- *Basic maneuvering lane* (W_m)

Basic maneuvering lane adalah jalur utama dari alur perairan, di mana kapal bermanuver masuk menuju pelabuhan ataupun keluar meninggalkan pelabuhan. Lebar dari jalur ini berkisar antara 1,6 – 2 kali dari lebar kapal. Selain itu juga diperlukan lebar tambahan (*additional width*) - W_a tergantung dari pengaruh angin, arus dan kemampuan manuver kapal.

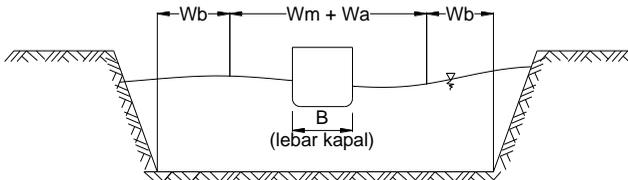
- *Bank clearance lane* (W_b)

Bank clearance lane adalah jarak aman yang disediakan untuk menghindari pergolakan air pada tepi alur ketika kapal bermanuver. Pergolakan air ini dapat mengganggu kestabilan kapal, oleh karena itu diperlukan jarak aman antara tepi alur dengan badan kapal.

- *Ship clearance lane/separation distance* (W_s)

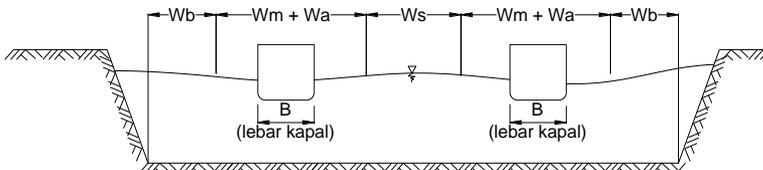
Ship clearance lane/separation distance adalah jarak aman yang diberikan pada alur yang dapat dilalui 2 (dua) kapal. Hal ini untuk mengurangi *suction* dan *repulsion forces* di antara kedua kapal, saat keduanya berpapasan.

Alur pelayaran satu lajur



Gambar 3.6 Lebar alur pelayaran satu lajur

Alur pelayaran dua lajur



Gambar 3.7 Lebar alur pelayaran dua lajur

Menurut laporan yang dikeluarkan oleh PIANC, terdapat persamaan dasar yang dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan dasar untuk lebar alur yang dibutuhkan.

- Untuk alur pelayaran satu lajur

$$W = W_m + \sum W_a + 2W_b$$
- Untuk alur pelayaran dua lajur

$$W = 2 \times (W_m + \sum W_a + 2W_b) + W_s$$

Besarnya nilai dari masing-masing faktor tersebut dapat dilihat pada tabel berikut, menurut *PIANC Report n -121^o, 2014*:

Tabel 3.1 *Basic Maneuvering Lane* (W_m)

Ship Maneuverability	Basic Maneuvering Lane
Baik	1.3 B
Sedang	1.5 B
Buruk	1.8 B

*B = lebar kapal

Tabel 3.2 *Additional Width* (W_a)

Wa (Additional Width)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
a. Kecepatan Kapal (Knots)			
$V \geq 12$	Cepat		0.1 B
$8 \leq V < 12$	Sedang		0.0
$5 \leq V < 8$	Lambat		0.0
b. Kecepatan Angin (Knots)			
$V < 15$	Cepat		0.1 B
	Sedang		0.2 B
	Lambat		0.3 B
$15 \leq V < 33$	Cepat		0.3B
	Sedang		0.4B

Wa (Additional Width)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
$33 \leq V < 48$	Lambat		0.6B
	Cepat		0.5B
	Sedang		0.7B
	Lambat		1.1B
c. Kecepatan Arus arah melintang kapal (Knots)			
$0.2 \leq V < 0.5$	Cepat	0.2 B	0.1 B
	Sedang	0.25 B	0.2 B
	Lambat	0.3 B	0.3 B
$0.5 \leq V < 1.5$	Cepat	0.5 B	0.4 B
	Sedang	0.7 B	0.6 B
	Lambat	1 B	0.8 B
$1.5 \leq V < 2$	Cepat	0.5 B	-
	Sedang	0.7 B	-
	Lambat	1 B	-
d. Kecepatan Arus arah memanjang kapal (Knots)			
$V < 1.5$			0.0
$1.5 \leq V < 3$	Cepat		0.0
	Sedang		0.1B
	Lambat		0.2B
$V \geq 3$	Cepat		0.1B
	Sedang		0.2B
	Lambat		0.4B
e. Tinggi Gelombang (m)			
$H_s \leq 1$		0.0	0.0
$1 < H_s < 3$		0.5 B	-
$H_s \geq$		1 B	-

Wa (Additional Width)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
f. Sarana Bantu Navigasi			
Sangat Baik		0.0	
Baik		0.2B	
Cukup		0.4B	
g. Permukaan dasar laut			
untuk kedalaman h ≥ 1.5 T		0.00	
untuk kedalaman h < 1.5 T			
- Tanah lunak		0.1B	
- Tanah keras		0.2B	
h. Kedalaman Alur (h)			
$h \geq 1.5 T$		0.0 B	0.0 B
$1.5T > h \geq 1.25 T$		0.1 B	0.2 B
$h < 1.25 T$		0.2 B	0.4 B
i. Tingkat bahaya muatan		Cek keterangan (i)	

Penjelasan:

(f) Sarana Bantu Navigasi

Sebagai sarana bantu navigasi pelayaran, terdapat banyak rambu-rambu visual, radar maupun peralatan elektronik yang dapat membantu kapal dalam bermanuver, sehingga penambahan lebar alur dapat menjadi tidak diperlukan atau hanya diperlukan sedikit penambahan. Beberapa indikator dari istilah “sangat baik,” baik” dan “cukup” dapat dilihat dari beberapa batasan berikut:

“Sangat Baik” :

Sarana Bantu Navigasi:

- Rambu suar/Pelampung suar dengan radar reflektor

- VTS

Penunjang:

- Pilot
- DGPS (*Differential Global Navigation Satellite Positioning Systems*)
- ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*)

“Baik” :

Sarana Bantu Navigasi:

- Rambu suar/Pelampung suar dengan radar reflektor

Penunjang:

- Pilot
- DGPS (*Differential Global Navigation Satellite Positioning Systems*)

“Cukup” :

Sarana Bantu Navigasi:

- Rambu suar/Pelampung suar dengan radar reflektor

(i) Tingkat bahaya muatan

Tingkat bahaya muatan seperti yang tercantum dalam IMO antara lain:

- Kadar racun dalam muatan
- Potensi ledakan
- Potensi pencemaran
- Potensi terbakar
- Potensi korosi

Muatan dengan tingkat bahaya tinggi seperti LNG dan LPG maupun beberapa jenis muatan lainnya memerlukan penanganan khusus seperti penggunaan VTS, pengurangan kecepatan atau penutupan sementara alur untuk keperluan lintasan muatan tersebut.

Tabel 3.3 *Bank Clearance Lane* (Wb)

Wb (Bank Clearance Lane)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
a. Lereng alur dengan kemiringan landai (1:10)	Cepat Sedang Lambat	0.2 B 0.1 B 0.0	0.2 B 0.1 B 0.0

Wb (Bank Clearance Lane)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
b. Lereng alur dengan kemiringan sedang	Cepat Sedang Lambat	0.7 B 0.5 B 0.3 B	0.7 B 0.5 B 0.3 B
c. Lereng alur dengan kemiringan curam / memiliki struktur tanggul	Cepat Sedang Lambat	1.3 B 1.0 B 0.5 B	1.3 B 1.0 B 0.5 B

*B = lebar kapal

Tabel 3.4 *Ship Clearance Lane / Separation Distance (Ws)*

Ws (ship clearance)	Kecepatan Kapal	Perairan terbuka	Perairan terlindung
Kecepatan Kapal (knots)			
$V \geq 12$	Cepat	2.0 B	1.8 B
$8 \leq V < 12$	Sedang	1.6 B	1.4 B
$5 \leq V < 8$	Lambat	1.2 B	1.0 B

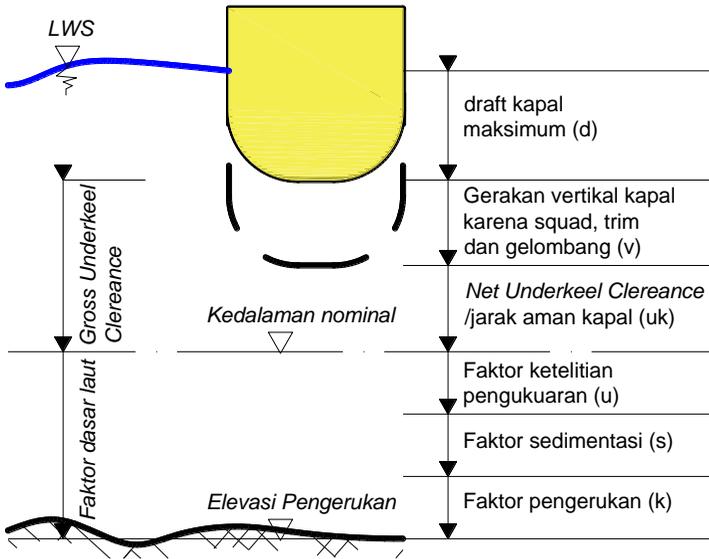
*B = lebar kapal

3.2.4. Kedalaman Alur

Kedalaman perairan pada alur maupun kolam pelabuhan sangat terkait erat dengan kebutuhan kedalaman kapal untuk bermanuver dengan aman. Datum atau elevasi acuan yang digunakan sebagai penentuan kedalaman sebaiknya adalah surut terendah / *Low Water Spring*. Kebutuhan kedalaman perairan direncanakan terhadap draft kapal terbesar yang dilayani, dan terkait dengan faktor-faktor lain sebagai berikut:

- Draft kapal maksimum dengan muatan penuh
- Tinggi pasang surut
- Pergerakan kapal karena gelombang
- Trim kapal karena muatan
- *Squat*

- Karakteristik tanah dasar laut
- Faktor ketelitian pengukuran
- Faktor kesalahan dalam pengerukan
- Faktor sedimentasi dasar laut



Gambar 3.8 Komponen Kedalaman Alur

Dalam preliminer desain dari kebutuhan kedalaman alur dan kolam pelabuhan, jika data-data detail mengenai faktor-faktor di atas tidak lengkap/tidak diketahui maka dapat diambil estimasi berdasar angka berikut:

- 1.1 x Draft, untuk perairan yang terlindung
- 1.3 x Draft, untuk perairan dengan tinggi gelombang $\leq 1\text{ m}$
- 1.5 x Draft, untuk perairan dengan tinggi gelombang $> 1\text{ m}$ (Ligteringen dan Velsink, 2012)

Untuk mendapatkan kebutuhan alur yang lebih detail, formula berikut dapat digunakan:

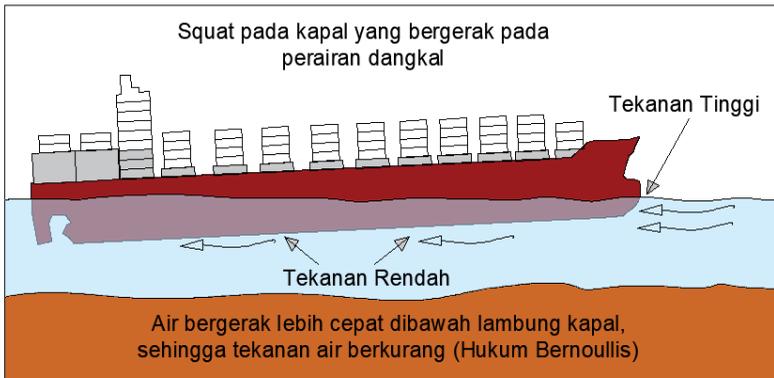
$$h_n = d + (v + a + uk) + (u + s + k)$$

dimana :

- d : draft kapal maksimum
- v : gerakan vertikal kapal karena *squat*
- a : gerakan vertikal kapal karena gelombang
- uk : jarak aman kapal (*neet underkeel clearance*)
- u : faktor ketelitian pengukuran
- s : faktor sedimentasi
- k : faktor pengerukan

Keterangan:

- Draft kapal maksimum yang digunakan, merupakan draft kapal dalam kondisi muatan penuh
- *Squat* adalah pertambahan draft kapal terhadap muka air yang disebabkan oleh kecepatan kapal. *Squat* ini diperhitungkan berdasarkan dimensi dan kecepatan kapal serta kedalaman air. *Squat* terjadi ketika sebuah kapal melaju melalui perairan yang dangkal, sehingga menyebabkan tekanan air pada bawah lambung kapal menjadi berkurang dan terjadi trim pada kapal. Hal ini sesuai dengan hukum Bernoulli yang menyatakan bahwa tekanan pada fluida yang bergerak akan berkurang ketika kecepatan fluida tersebut bertambah.



Gambar 3.9 Ilustrasi *Squat* pada kapal

Formula untuk perhitungan nilai *squat* telah banyak dihasilkan oleh para peneliti. Salah satu formula yang dapat digunakan untuk

memperkirakan nilai *squat* yang terjadi, seperti yang tercantum dalam PIANC *Report* adalah:

- Menurut *The International Commission for the Reception of Large Ships* (ICORELS)

$$Squat (m) = C_s \frac{\nabla}{L_{pp}^2} \frac{F_{nh}^2}{\sqrt{1-F_{nh}^2}}$$

Di mana:

C_s : Konstanta tergantung dari besarnya C_b (Koefisien Blok)

C_s =1.7 untuk C_b < 0.7

C_s =2 untuk 0.7 ≤ C_b < 0.8

C_s =2.4 untuk C_b ≥ 0.8

∇ : Volume *displacement* (m³), dimana besarnya dapat dicari dengan = Koefisien Blok (C_b) x *Length between perpendicular* (L_{pp}) x Lebar kapal (B) x Draft kapal (T)

L_{pp} : *Length between perpendicular* (m)

F_{nh} : Angka Froude = $\frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$

v : Kecepatan kapal m/s

g : Percepatan gravitasi (m/s²)

h : kedalaman air (m)

- Menurut Dr. Barras

$$Squat (m) = \frac{C_b \cdot v^2}{100/K}$$

Di mana:

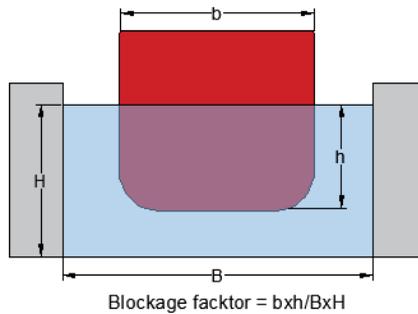
C_b : Koefisien Blok

V : Kecepatan Kapal (knot)

K : 5.74 S^{0.76}

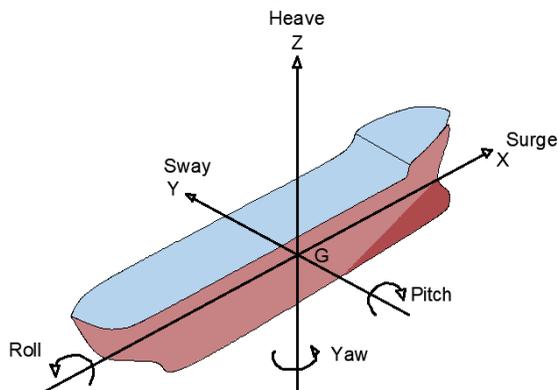
S : *Blockage factor* (rasio luas bagian kapal yang tercelup air dibagi luas penampang alur)

Blockage faktor pada alur



Gambar 3.10 Ilustrasi *Blockage Factor*

- Gerakan kapal karena gelombang penting untuk diperhatikan dalam perencanaan alur pelayaran. Gerakan kapal secara vertikal diperlukan dalam perkiraan penambahan draft kapal dari permukaan air. Sedangkan gerakan kapal secara horizontal penting untuk menentukan lebar alur. Sebagai acuan pada perencanaan awal kedalaman alur, efek penambahan kapal karena gelombang dapat diambil sebesar $H_s / 2$ ($H_s = \text{Significant wave height}$) (Ligteringen dan Velsink, 2012). Untuk perencanaan yang lebih detail, pengaruh gelombang pada kapal memerlukan analisa dan simulasi terhadap kondisi hidroceanografi dan berbagai karakteristik kapal yang melalui alur.



Gambar 3.11 Gerakan Kapal (*6 Degree of Freedom*)

- Jarak aman kapal (*net underkeel clearance*) adalah faktor keamanan yang diberikan selain faktor-faktor penentu kedalaman yang lain. ICORELS (1980) menyatakan bahwa nilai angka keamanan ini tergantung dari jenis kapal, dimensi, muatan yang diangkut, faktor lingkungan dan kepadatan lalu lintas kapal. ICORELS merekomendasikan nilai *Net Underkeel Clearance* minimal 0.5 m dan dapat bertambah hingga 1 m, jika bahaya yang ditimbulkan akibat menyentuh dasar laut meningkat, misalkan dasar laut adalah batu karang.
- Untuk menyederhanakan perhitungan jika data-data tidak tersedia, *Gross underkeel clearance* dapat diambil sebesar:
 - 0.3 x Draft kapal untuk laut terbuka
 - 0.25 x Draft kapal untuk alur yang tidak terlindung
 - 0.15 x Draft kapal untuk alur pelabuhan yang terlindung
(Liu dan Burcharth 1999)
- Faktor ketelitian pengukuran diberikan untuk mempertimbangkan ketidakakuratan dalam pengukuran Batimetri. Hal ini disebabkan setiap alat atau sensor yang digunakan untuk batimetri memiliki toleransi kesalahan yang berbeda-beda. Untuk itulah faktor ini juga perlu untuk diperhatikan.
- Faktor sedimentasi perlu diperhatikan, terutama pada daerah yang memiliki laju sedimentasi besar, sehingga setelah dilakukan pengerukan terdapat kemungkinan kedalaman laut akan berkurang karena laju sedimentasi yang ada.
- Faktor pengerukan diberikan untuk mengakomodasi ketidakakuratan dan ketidakseragaman pengerukan yang dilakukan. Nilai faktor ini berkisar 0.3 m hingga 0.6 m. (Tsinker, 2004)

3.3 KOLAM PELABUHAN

3.3.1. Umum

Kolam pelabuhan (*Harbor Basin*) didefinisikan sebagai area perairan yang terlindung sehingga aman bagi kapal untuk melakukan olah gerak dan bersandar di dermaga. Di dalam kolam pelabuhan terdapat beberapa area yang antara lain berfungsi sebagai area sandar kapal maupun kolam putar kapal. Kolam pelabuhan dapat pula dibagi menjadi beberapa zona, jika dalam pelabuhan tersebut melayani kapal-kapal besar dan kapal-kapal kecil. Zona kolam pelabuhan juga dapat dibedakan berdasarkan muatannya. Sebagai contoh jika pelabuhan tersebut melayani

muatan yang beracun dan berbahaya maka harus diletakan terpisah, sehingga tidak mengganggu keselamatan pelabuhan secara keseluruhan.

3.3.2. Pintu Masuk Kolam Pelabuhan (*Entrance*)

Pintu masuk kolam pelabuhan merupakan tempat kapal memasuki area terlindung dari kolam pelabuhan. Lebar pintu masuk ini tergantung dari dimensi kapal, lalu lintas pelayaran dan lebar yang diizinkan oleh sistem penahan gelombang untuk dapat berfungsi meredam gelombang. Lebar pintu masuk pelabuhan secara umum dapat diambil sebesar 0.7 – 1 kali panjang kapal terbesar yang masuk.

3.3.3. Jarak Aman Untuk Berhenti (*Stopping Distance*)

Panjang dari jarak aman kapal untuk berhenti (*stopping distance*) tergantung dari beberapa faktor seperti kecepatan kapal, bentuk lambung maupun berat kapal. Sebagai panduan awal, jarak sebesar 7 - 8 kali LOA dapat digunakan.

3.3.4. Kolam Putar (*Turning Basin*)

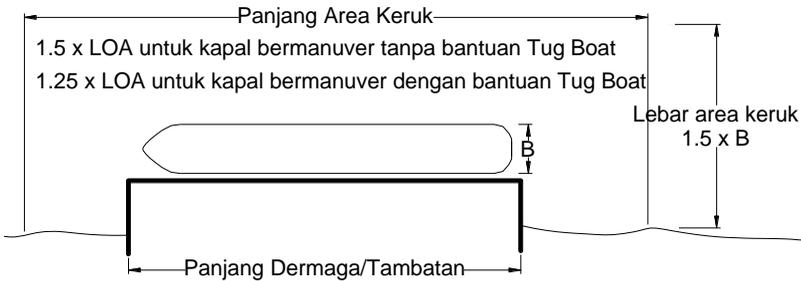
Kolam putar merupakan area tempat kapal bermanuver ketika akan bersandar ke dermaga maupun ketika akan meninggalkan dermaga. Luas kolam putar tergantung dari kemampuan manuver kapal dan panjang kapal. Posisi kolom putar ini biasanya ada di tengah kolam pelabuhan. Berikut kebutuhan kolam putar untuk beberapa kondisi

Tabel 3.5 Kebutuhan Luas Kolam Putar

Kondisi	Kebutuhan Luas
Kapal tanpa bantuan <i>tug boat</i> dan <i>bow thruster</i>	4 x LOA
Kapal dengan bantuan <i>tugboat</i>	2 x LOA
Kapal dengan batuan main <i>propeller</i> , <i>rudder</i> dan <i>bow thruster</i> (Thoresen,2014)	1.5 x LOA

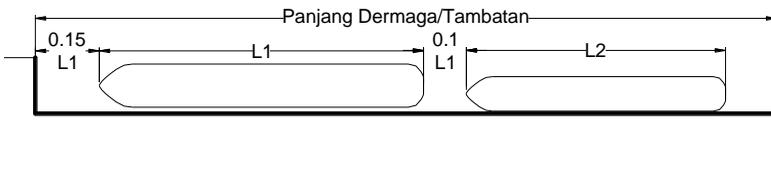
3.3.5. Area Sandar Kapal (*Berthing Area*)

Kebutuhan luas area sandar kapal dan jumlah tambatan kapal sangat bergantung dari dimensi kapal dan jumlah kapal yang ada. Jika area sandar kapal yang terletak di depan dermaga akan di keruk, maka berikut kebutuhan area yang harus disediakan (Gambar 3.12)



Gambar 3.12 Area Pengerukan di Sekitar Dermaga

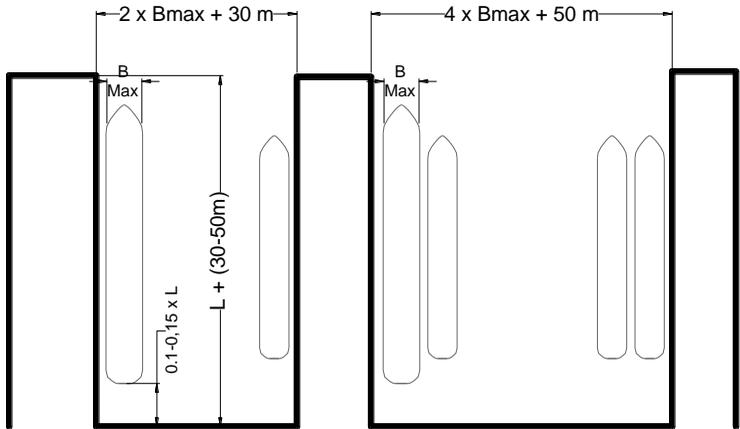
Kebutuhan panjang area sandar kapal dapat dihitung sebagai berikut. Jika ada lebih dari satu kapal yang bersandar, maka haruslah ada jarak antar kapal yang bersandar sebesar $0.1 \times LOA$ dengan nilai minimum 15 m. Jika terdapat bangunan di depan kapal, maka jarak minimum ujung kapal ke bangunan tersebut adalah $0.15 \times LOA$ (Gambar 3.13)



Gambar 3.13 Jarak Aman Antar Kapal di Tambatan

Dengan menggunakan sistem tambatan berhadapan, kapasitas tampung dapat menjadi lebih besar. Kebutuhan panjang kapal jika sistem tambatan berhadapan adalah sebagai berikut:

- Luas area perairan untuk *single berth*, pada dermaga yang berhadapan adalah sebesar $2 \times \text{Lebar kapal maksimum} + 30 \text{ m}$ (jarak tambahan untuk bantuan *tug boat*)
- Luas area perairan untuk *double berth*, pada dermaga yang berhadapan adalah sebesar $4 \times \text{Lebar kapal maksimum} + 50 \text{ m}$ (jarak tambahan untuk bantuan *tug boat*)

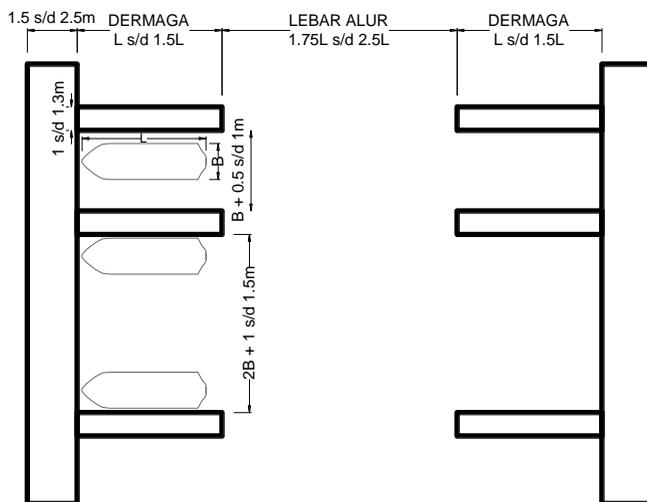


Gambar 3.14 Jarak Aman Antar Kapal di Tambatan Berhadapan

Saat kapal bersandar pada dermaga dan melakukan proses bongkar muat, kapal tersebut tidak boleh terganggu oleh gelombang tinggi. Berikut merupakan tabel batasan tinggi gelombang pada kolam pelabuhan untuk beberapa jenis kapal :

Tabel 3.6 Batas Tinggi Gelombang (H_s) Pada Kolam Pelabuhan

<i>Tipe Kapal</i>	<i>Hs max (m) arah 0°</i>	<i>Hs max (m) arah 45-90°</i>
<i>General Cargo</i>	1	0,8
Kapal peti kemas & Ro-Ro	0,5	
Curah kering (30.000-100.000t) ; saat muat	1,5	1,0
Curah kering (30.000-100.000t) ; saat bongkar	1	0,8-1,0
Tanker 30.000 t	1,5	
Tanker 30.000 t – 200.000t	1,5-2,5	1,0 – 1,2
Tanker > 200.000 t	2,5-3	1,0 - 1,5



Gambar 3.15 Jarak Aman Antar Kapal (Kapal Kecil)

Tata letak untuk kapal-kapal kecil, diatur untuk dapat memaksimalkan ruang yang ada, sehingga banyak kapal yang dapat dilayani pada dermaga. Secara umum tata letak tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.15. Luas jarak aman yang dibutuhkan kapal untuk bersandar dapat berbeda-beda tergantung dari konfigurasi tambatan. Umumnya kapal – kapal kecil ini memerlukan luas wilayah perairan untuk bersandar sebesar $100 - 200 \text{ m}^2$. Luasan ini sangat tergantung dari kondisi arus, angin dan gelombang pada dermaga.

3.4 AREA LABUH KAPAL

Area labuh kapal (*anchorage area*) adalah tempat kapal berlabuh sementara, ketika kapal menunggu jadwal bertambat di dermaga, menunggu cuaca membaik, menjalani pemeriksaan barang atau karantina, maupun sebab lain yang mungkin terjadi. Tempat berlabuh khusus dapat disediakan untuk kapal-kapal yang mengangkut barang berbahaya seperti bahan peledak. Area labuh harus berada pada wilayah perairan yang memiliki gelombang tenang. Area ini harus terletak di dekat alur masuk pelabuhan, sehingga mempermudah pergerakan kapal ketika bermanuver dari area labuh ke kolam pelabuhan.

Kebutuhan luasan area labuh tergantung dari beberapa faktor, yaitu:

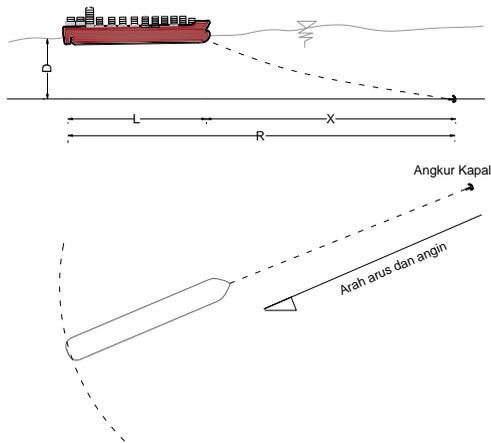
- Jumlah kapal yang menggunakan area labuh pada waktu bersamaan.
- Jenis dan dimensi kapal yang berlabuh
- Sistem labuh yang digunakan

Sebuah kapal dapat berlabuh dengan menggunakan angkur ataupun menggunakan bantuan *buoy*. Sistem labuh secara umum dapat dibagi menjadi *free swinging mooring system* dan *multiple point mooring system*. *Free swinging mooring system* hanya menggunakan satu titik angkur saja untuk berlabuh. Sehingga kapal masih dapat bergerak searah dengan arus dan angin (Gambar 3.16)

Tabel 3.7 Kebutuhan Radius Area Labuh *Free Swinging Mooring*

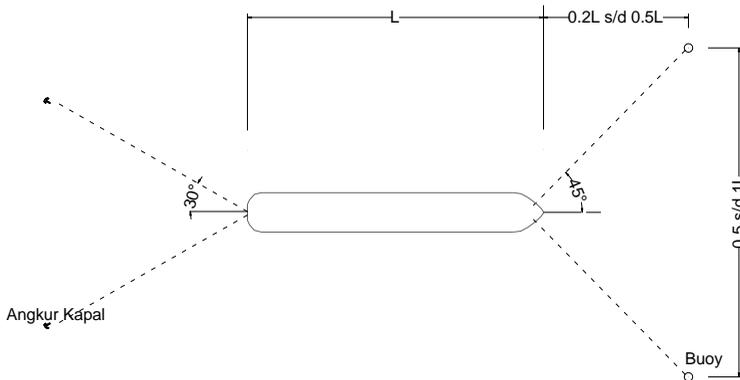
Kondisi	Kondisi dasar laut dan Kecepatan Angin	Radius
Berlabuh saat menunggu sandar/ bongkar muat	Penjangkaran baik	$L + 6D$
	Penjangkaran buruk	$L + 6D + 30m$
Berlabuh pada kecepatan angin tertentu	Kecepatan angin 20m/s	$L + 3D + 30m$
	Kecepatan angin 30m/s	$L + 4D + 145m$

(Thoresen,2014)



Gambar 3.16 *Free Swinging Mooring*

Ketika sistem *multiple swinging mooring system* digunakan, maka kapal akan terikat pada minimal empat sisi angkur, sehingga posisi kapal dapat lebih stabil. (Gambar 3.17)



Gambar 3.17 *Multiple Swinging Mooring*

3.5 FASILITAS PERAIRAN LAINNYA

Selain fasilitas – fasilitas utama yang ada pada setiap pelabuhan, terdapat juga beberapa fasilitas yang diperlukan untuk kepentingan tertentu. Beberapa fasilitas perairan ini antara lain adalah:

3.5.1. Area Alih Muat Kapal

Merupakan tempat yang digunakan untuk kegiatan alih muat barang antar satu kapal ke kapal yang lain. Kebutuhan luasan area ini ditentukan oleh perkiraan jumlah kapal yang melakukan kegiatan alih muat antar kapal dan ukuran kapal rencana maksimum. Kebutuhan radius bagi kegiatan alih muat kapal ini dapat disamakan dengan kebutuhan radius area labuh.

3.5.2. Area Untuk Keadaan Darurat

Merupakan area khusus yang disediakan untuk evakuasi kapal saat keadaan darurat terjadi, sehingga kapal tidak mengganggu alur pelayaran. Kejadian seperti: kecelakaan kapal, kebakaran kapal, kapal tenggelam, merupakan beberapa contoh keadaan darurat yang mungkin terjadi. Kebutuhan luasan untuk area ini dapat diambil sebagai persentase dari luasan kolam labuh. Besarnya persentase tergantung dari perkiraan kebutuhan.

3.5.3. Area Untuk Kapal Mati

Merupakan tempat yang digunakan untuk berlabuhnya kapal yang sudah tidak dapat beroperasi lagi. Kebutuhan luasan untuk area ini dapat diambil sebagai persentase dari luasan kolam labuh. Besarnya persentase tergantung dari perkiraan kebutuhan.

3.5.4. Area Untuk Karantina

Karantina bertujuan untuk mencegah masuknya hama / penyakit hewan karantina, dan organisme pengganggu tumbuhan dari luar negeri ke dalam wilayah Indonesia, atau antar wilayah Indonesia. Oleh karena itu kapal yang membawa muatan hewan atau tumbuhan dari luar negeri harus diperiksa oleh Balai Karantina sebelum diizinkan dibongkar di pelabuhan. Area untuk pemeriksaan kapal tersebut harus disediakan khusus, dengan luasan tergantung dari perkiraan kebutuhan.

BAB 4 PERENCANAAN TERMINAL

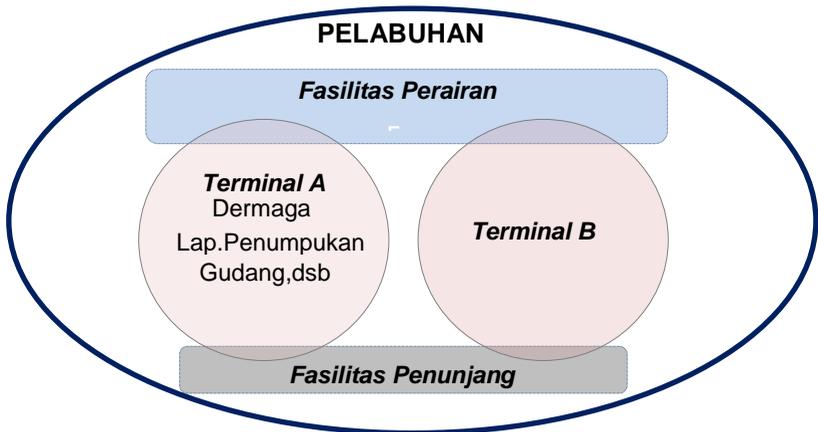
Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Komponen Terminal
- ✓ Jenis Terminal
- ✓ Kapasitas dan Kinerja Terminal
- ✓ Penentuan Ukuran Terminal

4.1. PENDAHULUAN

4.1.1. Umum

Terminal didefinisikan sebagai fasilitas dalam sebuah pelabuhan, di mana terjadi kegiatan sandar kapal, bongkar muat barang dari kapal, maupun penumpukan atau penyimpanan barang. Terminal dapat melayani satu jenis muatan tertentu, maupun beberapa jenis muatan yang berbeda dalam satu wilayahnya. Dalam suatu pelabuhan, terdapat beberapa terminal yang dapat dioperasikan oleh satu atau lebih operator terminal.



Gambar 4.1 Lingkup Terminal

4.1.2. Pelayanan Terminal

Pelayanan yang diberikan oleh terminal kepada kapal yang bersandar meliputi operasi bongkar muat dari kapal ke dermaga atau sebaliknya, tempat penyimpanan sementara dan bongkar muat dari tempat penyimpanan ke alat transportasi eksternal yang membawa muatan keluar masuk terminal.

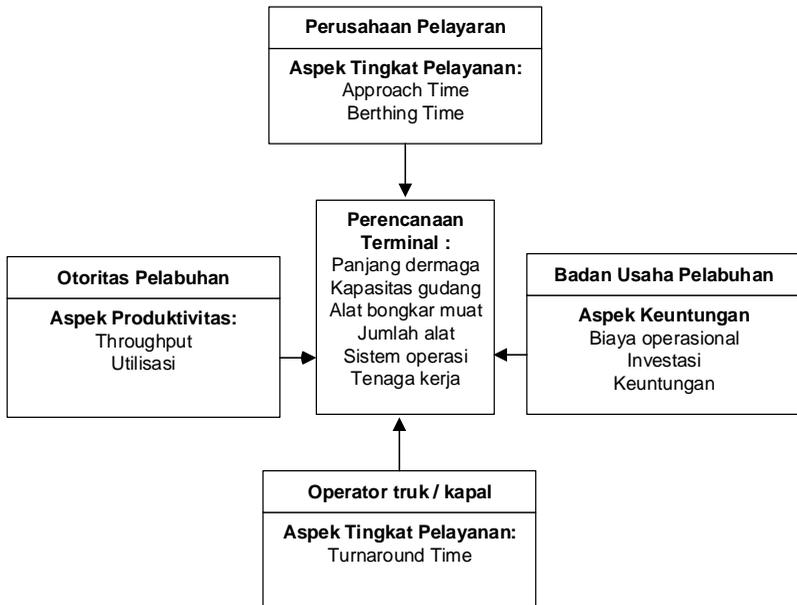
Bongkar muat barang dari kapal dapat dilakukan dengan peralatan bongkar muat yang ada di dermaga, maupun alat bongkar muat yang dimiliki kapal. Terdapat beberapa fasilitas lain yang mungkin tersedia pada sebuah terminal. Ketersediaan fasilitas ini tergantung dari jenis muatan yang dilayani oleh Terminal. Pada Terminal Peti kemas, tempat penyimpanan sementara peti kemas berupa lapangan terbuka yang disebut Lapangan Penumpukan (*Container Yard*). Pada Terminal Peti kemas juga terdapat *Container Freight Station* (CFS), yaitu tempat konsolidasi muatan-muatan yang ada pada peti kemas LCL (*Less Than Container Load*). Pada Terminal Curah Kering dan Curah Cair, tempat penyimpanan sementara dapat berbeda-beda tergantung dari muatan curah kering dan curah cair yang akan disimpan. Sedangkan untuk Terminal *General Cargo*, lazimnya tersedia lapangan penumpukan terbuka dan gudang tertutup untuk melayani jenis barang yang berbeda-beda.

4.1.3. Perencanaan Terminal

Terminal memiliki beberapa infrastruktur dan peralatan yang saling berhubungan untuk dapat melakukan proses penanganan muatan secara optimal. Pemilihan jenis alat yang digunakan, erat kaitannya dengan pemilihan sistem operasional dan tata letak terminal. Dalam perencanaan ini, operator terminal harus dapat mengakomodasi beberapa aspek berikut:

- Aspek tingkat pelayanan
- Aspek produktivitas
- Aspek keuntungan

Ketiga aspek tersebut merupakan tuntutan yang diinginkan oleh *stakeholder* kepelabuhanan. Otoritas Pelabuhan sebagai pengawas, menginginkan pelabuhan memiliki produktivitas yang tinggi. Perusahaan pelayaran dan pemilik barang menginginkan *service time* yang cepat dengan tarif yang rendah. Sementara Badan Usaha Pelabuhan berfokus pada investasi dan keuntungan. Sehingga perencana pelabuhan dituntut untuk dapat menemukan titik optimal dari ketiga aspek tersebut. Hal ini perlu dilakukan untuk menjaga keberlangsungan proses usaha kepelabuhanan.



Gambar 4.2 Hubungan Aspek Perencanaan

4.2. KOMPONEN TERMINAL

Dalam sebuah terminal, terdapat 4 komponen utama yang penting bagi kegiatan operasionalnya, yaitu :

- Infrastruktur daratan dan perairan
- Fasilitas penunjang
- Peralatan
- Sumber Daya Manusia

Infrastruktur perairan dalam terminal merupakan bagian dari infrastruktur pelabuhan. Perencanaan infrastruktur perairan ini telah dijelaskan secara detail di Bab 3. Sedangkan infrastruktur daratan dapat berupa perkerasan lapangan penumpukan, perkerasan jalan, saluran drainase , jalur listrik dan lain-lain. Fasilitas penunjang dari sebuah terminal dapat berupa gudang tertutup, kantor, silo, tangki bbm , *workshop* dan lain-lain. Peralatan yang dipergunakan pada sebuah terminal dapat berupa peralatan tetap (*fixed*) seperti *conveyor belt* dan *fixed crane*. Selain itu terdapat juga peralatan yang dapat bergerak (*mobile*) seperti *mobile crane*,

forklift, Harbor Mobile Crane, Quay Crane dan lain-lain. Faktor terakhir yang tidak kalah penting adalah sumber daya manusia. Sebuah terminal yang efektif dan efisien membutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas, baik di tingkat manajemen perusahaan maupun operator peralatan. Tanpa adanya sumber daya manusia yang baik, peralatan canggih dan terbaru yang ada pada sebuah terminal tidak akan dapat berfungsi optimal seperti yang direncanakan.

4.3. JENIS TERMINAL

Secara umum, jenis terminal dapat dibedakan menjadi :

- Terminal *General Cargo*
- Terminal *Multipurpose*
- Terminal Ro-Ro
- Terminal Peti kemas
- Terminal Curah Cair, seperti
 - Terminal LNG
 - Terminal BBM
 - Terminal *Crude Oil*
 - dsb
- Terminal Curah Kering, seperti
 - Terminal Batu Bara
 - Terminal Semen Curah
 - Terminal Curah Hasil Pertanian (biji-bijian)
 - dsb

a) Terminal *General Cargo*

Terminal *General Cargo* merupakan salah satu jenis terminal pertama yang beroperasi di dunia. Terminal ini terutama mengakomodasi muatan *break bulk*. *Break Bulk* merupakan jenis muatan yang dibawa dalam unit/kemasan seperti palet, drum, peti atau kardus. *Break bulk* juga bisa merupakan barang tanpa kemasan seperti kendaraan , baja, kabel dan lain-lain. Seiring berkembangnya Peti kemas sebagai kemasan standar yang banyak digunakan, maka jumlah Terminal *General Cargo* semakin berkurang. Pada Terminal *General Cargo* yang modern, pelayanan terminal tidak hanya terbatas pada muatan *break bulk*, tetapi juga melayani bongkar muat peti kemas yang diangkut oleh kapal-kapal *multipurpose*.

Karena sifatnya yang dapat melayani berbagai muatan, Terminal *General Cargo* lebih menguntungkan jika dibangun di daerah dengan arus barang yang kecil. Pembangunan sebuah terminal khusus peti kemas ataupun curah memerlukan tenaga ahli yang terlatih, wilayah pelabuhan yang luas dan investasi yang besar. Sehingga pada daerah-daerah dengan arus barang yang kecil, Terminal *General Cargo* dapat lebih menguntungkan dibandingkan terminal khusus peti kemas atau curah. Sebagai gambaran umum, sebuah terminal khusus peti kemas dapat menguntungkan jika *throughput* pada pelabuhan mencapai minimal 50.000 TEUs/Tahun. Untuk terminal curah kering yang sederhana, arus muatan 0.5 – 2 juta ton/tahun dapat menguntungkan, tergantung dari nilai curah kering yang dilayani.

b) Terminal *Multipurpose*

Terminal *Multipurpose*, merupakan sebuah terminal yang dapat melayani berbagai macam jenis muatan seperti *break bulk*, peti kemas, curah cair, curah kering maupun muatan Ro/Ro. Sebuah terminal *multipurpose* sering kali adalah pengembangan dari terminal *general cargo*. Dengan adanya beberapa tambahan fasilitas penyimpanan dan alat bongkar muat, sebuah terminal *general cargo* dapat ditingkatkan menjadi terminal *multipurpose* yang dapat melayani lebih banyak jenis muatan. Sebagai contoh, berikut merupakan terminal *multipurpose* dan muatan yang dilayani:

Tabel 4.1. Contoh Terminal *Multipurpose*

Nama Terminal	Negara	Muatan yang dilayani
<i>Multipurpose</i> Terminal Sembawang	Singapura	<i>Break bulk, specialized cargo</i> (alat berat, baja, kabel)
<i>Multipurpose</i> Terminal Mauritius	Mauritius	<i>Break Bulk, Container, Curah Kering</i> (Semen, Batu Bara), Curah Cair (LNG, Minyak Mentah)
Sines <i>Multipurpose</i> Terminal	Portugal	<i>Break Bulk, Ro-Ro, Curah Kering</i>

Nama Terminal	Negara	Muatan yang dilayani
Terminal <i>Multipurpose</i> Teluk Lamong	Indonesia	Peti kemas, Curah Kering

- c) Terminal Ro-Ro
Terminal Ro-Ro (Roll on/Roll off) adalah sebuah terminal yang secara khusus melayani bongkar muat kapal Ro-Ro. Kapal Ro-Ro didefinisikan sebagai kapal yang bisa memuat kendaraan yang dapat keluar masuk ruang muat kapal dengan pergerakannya sendiri secara horizontal. Kendaraan yang dimuat dapat berupa truk pengangkut barang, kendaraan pribadi maupun jenis kendaraan yang lain. Untuk dapat keluar masuk Kapal Ro-Ro , kendaraan ini harus melewati sebuah *ramp door* , yang terdapat pada kapal tersebut. Terkait dengan hal tersebut, maka sebuah Terminal Ro-Ro wajib mengakomodasi fungsi *ramp door* yang ada pada kapal. Jenis kapal Ro-Ro yang dilayani dapat berupa kapal dengan *side ramp door* maupun *stern ramp door*. Tata letak dermaga harus disesuaikan untuk dapat digunakan melayani kedua jenis kapal ini. Fasilitas penting lain dari terminal Ro-Ro adalah adanya tempat parkir yang dapat menampung muatan yang dibongkar atau akan dimuat, di mana muatan tersebut berupa kendaraan bermotor.
- d) Terminal Peti kemas
Terminal Peti kemas merupakan terminal yang secara khusus melayani bongkar muat peti kemas. Peti kemas merupakan sebuah tempat penyimpanan berbentuk peti atau kotak baja yang memenuhi persyaratan teknis ISO (*International Organization for Standardization*), untuk memuat barang yang akan dikirimkan melalui berbagai moda transportasi. Terminal Peti kemas memiliki fasilitas khusus berupa lapangan penumpukan (*container yard*) sebagai tempat penyimpanan sementara peti kemas yang akan dimuat ke kapal ataupun akan dibawa keluar dari pelabuhan.
- e) Terminal Curah Cair
Terminal curah cair melayani kapal-kapal yang mengangkut curah cair seperti LNG, Minyak Goreng, BBM, Minyak mentah dan lain-lain. Kapal curah cair tersebut memiliki karakteristik khusus, yaitu memiliki titik bongkar muat berupa *manifold* yang berada di tengah

kapal. Sistem bongkar muat pada terminal ini menggunakan pompa dan pipa yang mengalirkan curah cair dari kapal atau menuju ke kapal. Sehingga dengan sistem bongkar muat ini, tidak diperlukan alat berat yang beroperasi di sepanjang dermaga untuk bongkar muat. Oleh karena itu, jenis dermaga yang ada di terminal curah cair lebih sederhana, karena tidak memerlukan area dermaga yang luas untuk proses bongkar muat. Dermaga dengan *mooring* dan *berthing dolphin* biasa digunakan pada terminal ini.

f) Terminal Curah Kering

Seperti jenis terminal yang lain, terminal curah kering biasanya hanya melayani satu jenis muatan saja seperti terminal semen curah, terminal batu bara, terminal bijih besi dan lain-lain. Dikarenakan sistem penanganan muatan yang berbeda, terminal untuk bongkar/impor dan untuk muat/ekspor biasanya dipisahkan. Sistem penanganan muatan pada terminal muat/ekspor dapat dilakukan dengan bantuan *conveyor belt* yang membawa curah kering dari tempat penyimpanan untuk kemudian dimuat pada kapal. Sedangkan pada terminal bongkar/impor, *unloading* curah dilakukan dengan bantuan *crane* yang mengambil muatan curah dari ruang muat kapal. Tempat penyimpanan pada terminal ini berbeda-beda tergantung dari jenis muatannya. Tempat penyimpanan dapat berupa open *stock pile* pada muatan batu bara, atau silo pada muatan semen curah.

4.4. KAPASITAS DAN KINERJA TERMINAL

4.4.1. Kapasitas Terminal

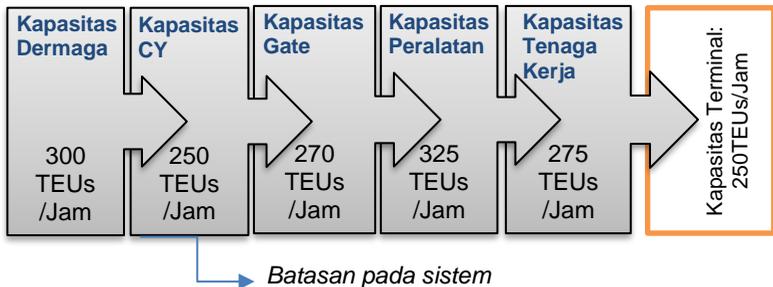
Kapasitas sebuah pelabuhan atau terminal dapat didefinisikan sebagai jumlah barang yang dibongkar/dimuat melalui terminal tersebut (*throughput*) yang dinyatakan dalam TEUs, Ton atau satuan yang lain, dalam satu waktu tertentu. Kapasitas maksimum terminal merupakan kapasitas terminal yang dihitung dalam jam operasional penuh 24 jam/hari x 365 hari/tahun. Dalam kapasitas maksimum ini, tingkat okupasi dermaga diasumsikan 100% dan tidak ada gangguan sama sekali pada proses operasional terminal. Pada proses yang sebenarnya, kondisi ideal ini tidak mungkin terjadi, karena banyak faktor yang mempengaruhi proses operasional pada sebuah terminal. Kapasitas maksimum tidak dipergunakan sebagai dasar perencanaan dan umumnya hanya digunakan sebagai sarana pemasaran dan promosi terminal, karena angka yang

ditunjukkan sangat besar. Kapasitas sebuah terminal sangat dipengaruhi oleh kapasitas yang dimiliki fasilitas penunjangnya. Beberapa elemen yang dapat mempengaruhi kapasitas sebuah terminal antara lain adalah :

- Alur pelayaran dan fasilitas perairan pelabuhan
Kapasitas pelabuhan dalam melayani kapal dengan ukuran tertentu sangat tergantung dari fasilitas perairan yang tersedia. Kedalaman alur , jumlah kolam labuh dan kedalaman kolam pelabuhan mempengaruhi ukuran kapal yang dapat masuk ke pelabuhan. Jika kedalaman alur lebih kecil daripada draft yang dibutuhkan kapal untuk berlayar, maka kapal tersebut tidak dapat masuk ke pelabuhan tersebut. Oleh karena itu, semakin banyak pelabuhan menyediakan alur yang dalam untuk dapat melayani kapal-kapal dengan ukuran lebih besar.
- Jumlah dan panjang dermaga
Dermaga merupakan tempat di mana kapal dapat bersandar dan bertambat dengan aman dan kemudian melakukan proses bongkar muat. Jumlah tambatan pada dermaga dan panjang dermaga, dapat dijadikan salah satu acuan bagi perhitungan kapasitas pelabuhan, terutama untuk terminal peti kemas dan *general cargo*.
- Jumlah dan jenis alat bongkar muat
Terminal pada pelabuhan menggunakan berbagai jenis peralatan dalam proses bongkar muat dari kapal, tongkang atau truk. Untuk muatan-muatan curah dan *general cargo*, kombinasi antara peralatan *fixed* dan *mobile* biasa digunakan, seperti *conveyor*, *wheel loader* dan *mobile crane*. Sedangkan jenis *container crane* dengan tinggi dan jangkauan yang besar, banyak digunakan pada terminal peti kemas. Tiap-tiap jenis alat ini memiliki kecepatan dan kemampuan bongkar muat yang berbeda-beda. Data jumlah, kemampuan dan kecepatan bongkar muat dari tiap alat ini dapat digunakan sebagai salah satu dasar perhitungan kapasitas pelabuhan.
- Luas lapangan penumpukan atau gudang
Luas lapangan penumpukan atau tempat penyimpanan sementara yang lain, dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kapasitas suatu terminal. Tentu saja tidak hanya faktor luas saja yang menjadi pertimbangan dalam penentuan kapasitas penyimpanan, tetapi juga tinggi tumpukan, berat barang, *stowage factor* dan lain sebagainya.
- Faktor operasional terminal
Faktor operasional terminal merupakan faktor penting dalam perhitungan kapasitas sebuah terminal. Faktor-faktor ini merupakan kondisi aktual dari kegiatan operasional yang ada di terminal, seperti:

- Jam kerja dalam satu hari
- Hari kerja dalam satu tahun
- Lama waktu pemeriksaan bea cukai
- Kecukupan jumlah personil/tenaga kerja
- Kondisi alam yang mengganggu proses bongkar muat
- dan lain-lain

Sistem operasional dalam terminal yang saling terkait, menyebabkan kapasitas sebuah terminal dibatasi oleh kapasitas terkecil dari sub sistem kegiatan yang ada dalam terminal tersebut. Seperti contoh pada Gambar 4.3 berikut, bahwa kapasitas dari terminal peti kemas tersebut dibatasi oleh kapasitas dari sub sistem *container yard* sebesar 250 TEUs/jam.



Gambar 4.3 Penentuan Kapasitas Terminal

4.4.2. Kinerja Terminal

Kinerja sebuah terminal dapat didefinisikan sebagai produktivitas atau hasil akhir dari sebuah pelayanan pada terminal, untuk satu periode waktu tertentu. Kinerja terminal sangat penting untuk diketahui, karena dapat menunjukkan tingkat efektivitas dalam operasional sebuah terminal. Dengan membandingkan kapasitas dengan kinerja produktivitas sebuah terminal, dapat dinilai apakah sistem tersebut telah berfungsi optimum sesuai target atau belum. Kinerja pelabuhan dapat juga berfungsi sebagai sarana evaluasi untuk proses operasional terminal. Sebagai contoh jika dalam bulan ini kinerja bongkar muat *crane* di dermaga adalah 25 TEUs/jam tetapi pada bulan berikutnya kinerja *crane* turun menjadi 20 TEUs/jam, maka dapat diindikasikan terdapat permasalahan yang menyebabkan turunnya kinerja bongkar muat pada *crane* tersebut yang harus segera diselesaikan

oleh manajemen terminal. Faktor penting lainnya yang menunjukkan pentingnya pengukuran kinerja terminal adalah:

- Mengetahui seberapa efektif kegiatan operasional di terminal, berapa jumlah muatan yang dapat dilayani dalam satu hari? ataupun berapa perusahaan yang telah dilayani dalam satu bulan?
- Mengetahui seberapa efisien kegiatan operasional di terminal berlangsung, sumber daya apa saja yang dibutuhkan (manusia, peralatan, luas wilayah) untuk dapat melakukan operasional terminal? berapa ton muatan yang dapat dilayani oleh satu operator? ataupun berapa biaya yang dibutuhkan untuk melakukan bongkar muat satu ton barang?
- Untuk mengetahui perbandingan kinerja dimasa lalu dengan kinerja saat ini, apakah ada peningkatan kinerja atau terjadi penurunan.
- Untuk dapat menetapkan target kinerja dan melakukan evaluasi apakah target tersebut tercapai atau terlampaui.
- Untuk dapat membandingkan kinerja sebuah terminal dengan terminal lain yang sejenis, apakah lebih unggul atau tertinggal dibandingkan terminal kompetitornya.

Pengukuran tingkat kinerja sebuah terminal dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu pelayanan (*service*), produktivitas/ *output*, dan tingkat utilitas:

1. **Pelayanan (*service*)**

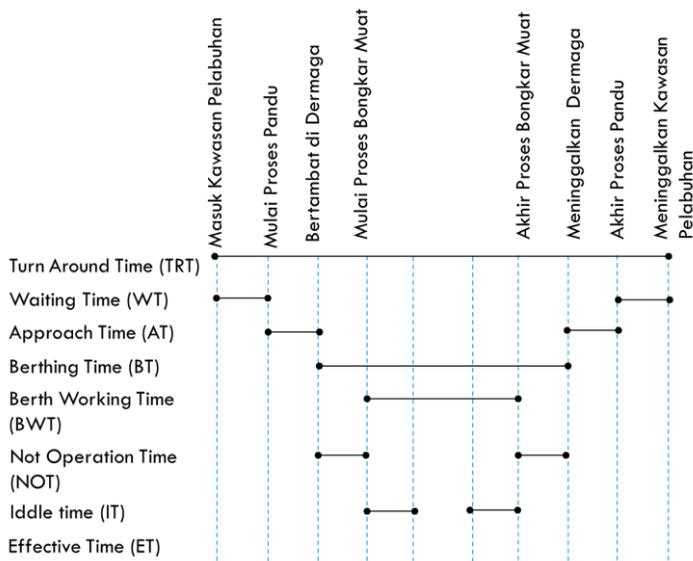
Pelayanan terhadap kapal diukur dalam satuan waktu, yaitu berapa lama kapal tersebut berada di pelabuhan untuk melaksanakan bongkar muat barang. Beberapa istilah waktu yang digunakan sebagai indikator pelayanan pada pelabuhan antara lain:

- *Turnaround Time (TRT)* adalah waktu yang dibutuhkan kapal untuk melakukan semua kegiatan di pelabuhan. Waktu ini dihitung mulai saat kedatangan kapal, waktu berlabuh, waktu sandar dan bongkar muat di dermaga hingga saat kapal selesai melakukan kegiatan bongkar muat dan meninggalkan pelabuhan. TRT biasa juga disebut sebagai *Port Time*.
- *Approach Time (AT)* atau waktu pelayanan pandu, adalah waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk bergerak dari kolam labuh sampai bertambat di dermaga. AT biasa juga disebut sebagai *Maneuvering Time* atau *Pilot Service Time*.
- *Berthing Time (BT)* adalah waktu tambat, sejak kapal mulai tambat di dermaga, sampai saat kapal meninggalkan dermaga.

Berthing Time terdiri dari *Berth Working Time* dan *Not Operation Time*.

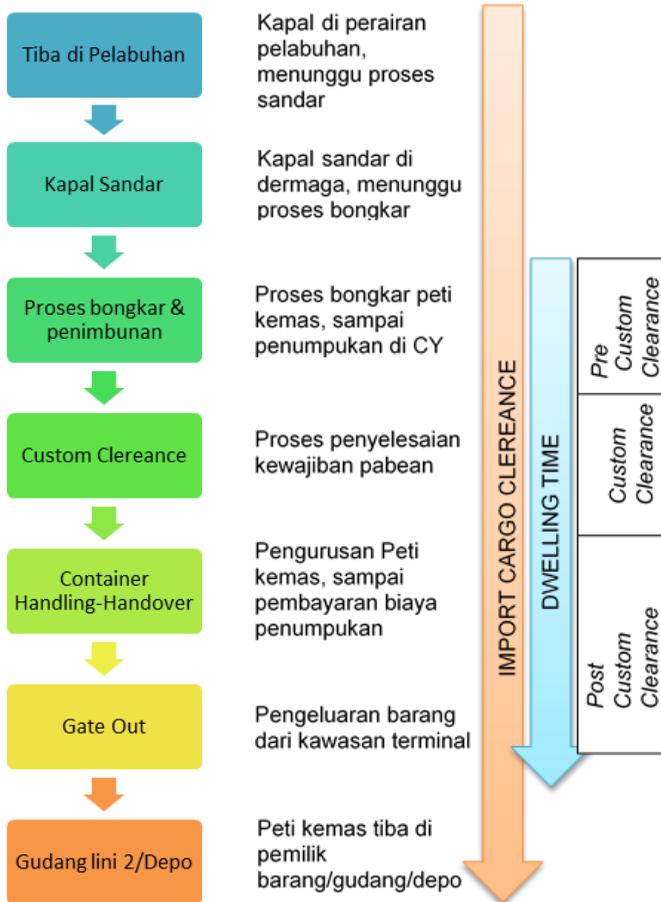
- *Berth Working Time* (BWT) adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan rangkaian kegiatan bongkar muat selama kapal berada di dermaga. BWT terdiri dari *Effective Time* dan *Idle Time*.
- *Effective Time* (ET) atau waktu efektif adalah waktu yang digunakan hanya untuk kegiatan bongkar muat selama kapal bertambat di dermaga.
- *Idle Time* (IT) adalah waktu yang tidak efektif /tidak produktif yang tidak direncanakan, selama kapal bertambat di dermaga untuk proses bongkar muat. IT dapat disebabkan pengaruh cuaca atau kerusakan peralatan bongkar muat.
- *Not Operation Time* (NOT) adalah waktu jeda/berhenti sementara yang direncanakan selama kapal melakukan proses bongkar muat di dermaga, contohnya untuk persiapan bongkar/muat atau istirahat kerja.

Penjelasan hubungan antara beberapa indikator kinerja pelayanan kapal , dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.4 Waktu Pelayanan Kapal

Selain waktu pelayanan terhadap kapal, waktu pelayanan yang menunjukkan lamanya barang di dalam pelabuhan atau disebut sebagai *dwelling time* juga menjadi salah satu indikator yang penting. *Dwelling time* dihitung mulai saat peti kemas (impor) dibongkar di dermaga, sampai saat peti kemas tersebut meninggalkan Terminal melalui *Gate*. Proses alur dokumen dan bongkar muat selama di kawasan terminal dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.5 Penjelasan *Dwelling Time*

2. Produktivitas

Produktivitas terminal merupakan sebuah cara untuk menghitung jumlah muatan yang melewati proses bongkar-muat pada terminal pada satu satuan waktu. Produktivitas dapat ditunjukkan dengan satuan berat yang ditangani atau dalam jumlah gerakan per satuan waktu. Indikator kinerja produktivitas terminal yang umum digunakan adalah:

a. *Berth Throughput (BTP)*

Berth throughput adalah pengukuran terhadap jumlah total barang yang dilayani (TEUs atau Ton) untuk sebuah tambatan/dermaga pada satu satuan waktu. Persamaan yang dapat digunakan untuk perhitungan *berth throughput* ini adalah :

$$BTP = \frac{\text{Throughput per tahun}}{\text{Jumlah Tambatan}}$$

Pada beberapa pelabuhan, *berth throughput* juga sering dihitung sebagai jumlah barang yang dilayani per satuan panjang dermaga, seperti persamaan berikut:

$$BTP = \frac{\text{Throughput per tahun}}{\text{Panjang Total dermaga}}$$

Dalam menghitung *throughput* yang dilayani oleh sebuah tambatan/dermaga, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Untuk barang yang bongkar dari atas kapal :
 - Barang yang dibongkar dari kapal dan diletakan di atas truk, alat angkut lain (barge, kereta api) atau diletakan di atas dermaga ,dihitung sebagai 1 satuan produksi dermaga
 - Barang yang dipindah antar palka di dalam kapal (*repositioning*) dihitung sebagai 1 satuan produksi dermaga.
 - Muatan *transshipment*, yang diturunkan di dermaga lalu dimuat lagi ke atas kapal yang lain, dihitung sebagai dua (2) satuan produksi dermaga.

2. Untuk barang yang dimuat ke atas kapal :
 - Barang yang dimuat ke atas kapal dari truk atau alat angkut lain (barge, kereta api), dihitung sebagai 1 satuan produksi dermaga.
 - Barang yang sebelum dimuat ke atas kapal diturunkan dulu di dermaga (*double handling*), dihitung sebagai dua (2) satuan produksi dermaga.

Dari ketentuan di atas, dapat dilihat bahwa perhitungan *throughput* dermaga tidak linier dengan produksi dari kapal. Sehingga digunakan istilah *berth throughput* untuk menyatakan total produksi dari bongkar muat dermaga.

Contoh 1:

Sebuah kapal melakukan proses bongkar muat muatan *Break Bulk* sebagai berikut :

300 ton dimuat ke atas truk

1000 ton dimuat ke tongkang

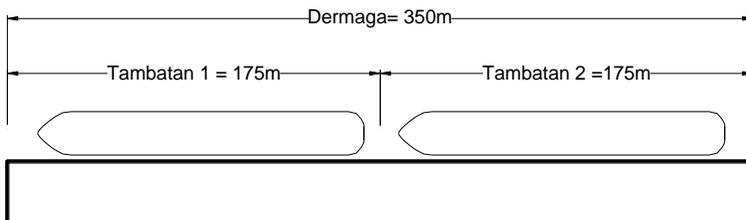
50 ton barang pindah posisi di atas kapal

20 ton barang terjadi salah bongkar, diturunkan di atas dermaga dan kemudian dimuat lagi ke atas kapal. *Throughput* dari proses bongkar muat pada dermaga tersebut adalah:

$$300 \text{ t} + 1000 \text{ t} + 50 \text{ t} + (2 \times 20 \text{ t}) = 1390 \text{ t}$$

Contoh 2:

Diketahui sebuah terminal peti kemas memiliki 2 buah tambatan dengan panjang total dermaga adalah 350 m. Dalam satu tahun, *throughput* dari keseluruhan dermaga dalam sebuah terminal adalah sebesar 500.000 TEUs. Berapakah *berth throughput* dari terminal tersebut?



Gambar 4.6 Ilustrasi Contoh Perhitungan BTP

Berdasarkan persamaan *throughput* per tambatan (*berth*) dapat dihitung 500.000 TEUs/tahun : 2 = 250.000 TEUs. Yang berarti produksi rata-rata 1 tambatan dalam 1 tahun adalah BTP = 250.000 TEUs / tambatan
 Berdasarkan persamaan *throughput* per meter dermaga dapat dihitung 500.000 TEUs/tahun : 350 m = 1429 TEUs. Yang berarti produksi rata-rata tiap 1 m dermaga dalam 1 tahun adalah BTP = 1429 TEUs/m'

b. Ship Output

Ship output adalah pengukuran terhadap total barang yang dibongkar/muat dari kapal dalam satu satuan waktu. Persamaan yang banyak dipakai untuk mengukur *ship output* antara lain adalah :

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{berth working time}$$

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{berthing time}$$

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{turnaround time}$$

Contoh 3:

Sebuah kapal tiba di pelabuhan pukul 02.00, dan bertambat di dermaga pada pukul 04.00. Kegiatan bongkar muat kapal dimulai pukul 10.00 dan selesai pada pukul 20.00. Kapal tersebut meninggalkan dermaga pada pukul 22.00 dan meninggalkan area pelabuhan pada pukul 24.00. Pada prosesnya, kapal tersebut telah melaksanakan kegiatan bongkar muat barang sebesar 5.000 ton muatan *break bulk*. *Ship output* pada terminal tersebut dapat dihitung sebagai:

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{berth working time} =$$

$$5.000 \text{ ton} / 10 \text{ jam} = 500 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{berthing time} =$$

$$5.000 \text{ ton} / 18 \text{ jam} = 277 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Ship output} = \text{Total bongkar muat} / \text{turnaround time} =$$

$$5.000 \text{ ton} / 22 \text{ jam} = 227 \text{ ton/jam}$$

Dari contoh perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa *ship output* sebesar 500 ton/ jam (*berth working time*) dibandingkan dengan *ship output* sebesar 277 ton/jam (*berthing time*). Perbedaan produksi yang cukup jauh ini, dapat menjadi indikasi awal bagi manajemen terminal bahwa *Non Operational Time* dari dermaga tersebut cukup besar. Sehingga dapat diambil tindakan untuk menanggulangi hal tersebut.

c. Gross Moves/Hour

Salah satu indikator produktivitas yang biasa digunakan adalah *gross moves/hour* atau total gerakan/jam. Sebuah gerakan (*move*) adalah sebuah tindakan dari *crane* saat mengangkat barang /peti kemas untuk tujuan bongkar, muat atau pemindahan (*repositioning/shifting*) dari atau menuju kapal. *Gross moves* didefinisikan sebagai jumlah ketiga gerakan tersebut selama waktu operasional *crane* pada satu tambatan. *Gross move/hour* merupakan total gerakan yang dibutuhkan oleh semua *crane* selama proses bongkar muat sebuah kapal, dibagi dengan waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan operasi bongkar muat pada kapal tersebut.

$$\text{Gross Moves/Hour} = \frac{\text{Gross Moves}}{\text{Berth Working Time}}$$

Contoh 4:

Sebuah kapal bertambat di dermaga dan memulai proses bongkar muat pada pukul 04.00 dan selesai pada pukul 23.00. Pada proses bongkar muat tersebut, terdapat 400 box peti kemas yang dimuat ke dalam kapal, 500 box peti kemas yang diturunkan dari kapal dan 50 box peti kemas yang dipindah (*repositioning*) antar palka di dalam kapal. Dalam proses bongkar muat tersebut, Kapal dilayani oleh 2 buah *container crane*. Produktivitas tambatan dari proses bongkar muat tersebut adalah:

$$\text{Gross Moves/Hour} = \frac{(400+500+50)\text{moves}}{19 \text{ hour}} = 50 \text{ gross move/hour}$$

d. Produktivitas alat bongkar muat

Produktivitas alat bongkar muat selalu menjadi salah satu parameter utama dalam mengukur kinerja sebuah terminal. Alat bongkar muat ini merupakan penentu utama bagi produktivitas terminal secara keseluruhan. Beberapa indikator produktivitas alat bongkar muat ini adalah:

$$\text{Box/Crane/Hour} = \frac{\text{Number of containers handled by one crane}}{\text{Total crane working hour}}$$

$$\text{Ton/Crane/Hour} = \frac{\text{Quantity moved per crane (ton)}}{\text{Total crane working hour}}$$

$$\text{Average Pumping Rate} = \frac{\text{Quantity pumped (m}^3\text{)}}{\text{Total pump working hour}}$$

Contoh 5:

Berdasarkan contoh soal no 4, produktivitas alat bongkar muat dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Box/Crane/Hour} = \frac{(400+500+50)\text{box} / 2\text{crane}}{19 \text{ hour}} = 25 \text{ Box/Crane/Hour}$$

3. Utilitas

Pengukuran utilitas dapat menjadi dasar bagi manajemen sebuah terminal untuk mengukur tingkat pemakaian dari fasilitas yang mereka miliki. Secara umum pengukuran utilitas yang banyak digunakan adalah:

a. Utilitas dermaga

Utilitas dermaga atau disebut *Berth Occupancy Ratio (BOR)* adalah persentase perbandingan dari waktu kerja/penggunaan dermaga dengan waktu operasional maksimal yang tersedia, dalam satu rentang waktu tinjauan tertentu. Terdapat banyak metode yang tersedia untuk melakukan perhitungan *BOR*, secara umum formula dalam perhitungan bor adalah:

- i. Untuk dermaga yang terbagi menjadi beberapa tambatan, panjang kapal tidak mempengaruhi perhitungan. Hal ini disebabkan oleh asumsi satu tambatan dipergunakan khusus untuk satu kapal saja. Sehingga formula *BOR* adalah sebagai berikut :

$$\text{BOR (\%)} = \frac{T_o}{T_t} \times 100\%$$

dimana :

T_o = Total waktu penggunaan dermaga yang dihitung mulai saat kapal sandar sampai kapal meninggalkan dermaga (*Berthing Time*) yang dihitung dalam rentang waktu tinjauan tertentu.

T_t = Total waktu pelayanan operasional dermaga, dalam satu rentang waktu tinjauan tertentu.

Dalam perhitungan komponen T_o dan T_t , terdapat beberapa pendekatan yang dapat dilakukan. Berikut adalah detail perhitungan BOR yang memiliki tingkat keakuratan yang baik menurut beberapa sumber:

- Menurut *Thoresen (2014)*, BOR dihitung per minggu sehingga dapat diketahui kecenderungan peningkatan atau penurunan BOR untuk tiap minggu. Sehingga operator terminal dapat melihat kecenderungan kapan terjadi puncak kenaikan BOR dari terminal tersebut.

$$BOR (\%) = \frac{T_o}{T_t} \times 100\% \quad : \quad \frac{GSTS}{B_N \times W_{DW} \times W_{HD}} \times 100\%$$

dimana :

G_{STS} : *crane working time* dalam satu minggu
 B_N : jumlah tambatan (*berth*)
 W_{DW} : Jumlah hari kerja per minggu
 W_{HD} : Jumlah jam kerja per hari

- Menurut *Zamanirad, Mazaheri, Ghafourian (2017)* untuk kebutuhan perencanaan terminal, komponen BOR untuk beberapa jenis terminal dapat dihitung dengan cara:

$$T_t \quad : \quad B_N \times W_{DY} \times W_{HD}$$

dimana :

B_N : jumlah tambatan (*berth*)
 W_{DY} : Jumlah hari kerja per tahun
 W_{HD} : Jumlah jam kerja per hari

- Untuk Terminal Petikemas T_o , dihitung dengan cara:

$$T_o = \frac{AT}{N_c \times P_B \times f_{TEU}} + (N_s \times T_{other})$$

dimana :

AT : Rencana *throughput* per tahun dalam TEU
 N_c : Jumlah *crane* pada tambatan atau terminal
 P_B : Produktivitas *crane* (*box/crane/jam*)
 f_{TEU} : Rasio antara jumlah petikemas 20 ft dengan petikemas 40 ft

$$f_{TEU} = \frac{N_{20}' + 2N_{40}'}{N_{20}' + N_{40}'}$$

N_{20}' : Jumlah peti kemas 20 feet

N_{40}' : Jumlah petikemas 40 feet

N_s : Total kapal yang bertambat dalam satu tahun

T_{other} : *idle time + not operation time*

- Untuk Terminal Curah Kering, dikarenakan jenis muatan dan produktivitas alat yang mungkin berbeda dalam tiap tambatan, maka perhitungan *BOR* untuk terminal ini dilakukan terpisah untuk tiap tambatan, atau untuk beberapa tambatan yang melayani jenis muatan dan memiliki alat bongkar muat yang sama. T_o dapat dihitung dengan cara berikut.

Untuk terminal yang melayani satu jenis muatan saja:

$$T_o = \frac{AT}{P_B \times N_c} + (N_s \times T_{other})$$

dimana :

AT : Rencana *throughput* per tahun dalam ton

N_c : Jumlah alat bongkar muat pada tambatan atau terminal

P_B : Produktivitas alat bongkar muat dalam ton/jam

N_s : Total kapal yang bertambat dalam satu tahun

T_{other} : *idle time + not operation time*

Untuk terminal yang melayani beberapa jenis muatan, T_o dihitung terpisah untuk masing-masing tambatan yang melayani muatan tertentu. Kemudian hasil T_o dari masing-masing tambatan dijumlahkan untuk perhitungan *BOR* terminal curah kering. Perumusan dari penjelasan tersebut adalah sebagai berikut:

$$T_o = \sum_{i=1}^m \left(\frac{AT}{P_B \times N_c} + (N_s \times T_{other}) \right) i$$

dimana :

- AT : Rencana *throughput* per tahun dalam ton
- Nc : Jumlah alat bongkar muat pada tambatan atau terminal
- P_B : Produktivitas alat bongkar muat dalam ton/jam
- Ns : Total kapal yang bertambat dalam satu tahun
- T_{other} : *idle time + not operation time*
- i : jumlah jenis muatan dilayani oleh tambatan

- Untuk Terminal Curah Cair T_o, dihitung dengan cara:

$$T_o = \frac{AT}{P_B \times N_c \times f_L \times \rho} + (N_s \times T_{other})$$

dimana :

- AT : Rencana *throughput* per tahun dalam ton
- Nc : Jumlah alat bongkar muat pada tambatan atau terminal
- P_B : Produktivitas alat bongkar muat atau *nominal pumping rate* dalam m³/jam
- f_L : *Loss factor* dalam proses bongkar muat, sebagian besar karena adanya evaporasi
- ρ : massa jenis dalam ton/m³
- Ns : Total kapal yang bertambat dalam satu tahun
- T_{other} : *idle time + not operation time*

Kedatangan kapal dalam pelabuhan sebagian besar merupakan proses *stochastic*. Melalui beberapa simulasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa rekomendasi batasan BOR maksimum untuk tiap jumlah tambatan. BOR maksimum ini diberikan untuk mencegah terjadinya antrean dan tingginya *waiting time* dalam pelabuhan. Beberapa batasan BOR yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2. Rekomendasi BOR Maksimum

Jumlah Tambatan	Rekomendasi BOR maksimum (%)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6-10	70
>10	80

Sumber: UNCTAD (1985)

Contoh 6:

Sebuah terminal curah cair memiliki data produksi sebagai berikut:

<i>Throughput</i> per tahun	= 2.168,000 ton
<i>Shipcall</i> per tahun	= 196
Alat bongkar muat	= <i>loading arm</i>
<i>Pumping rate</i>	= 1000 m ³ /jam
<i>Loss factor</i>	= 70%
<i>Iddel time</i> /kapal	= 2 jam
<i>Non operation time</i> /kapal	= 2 jam
Massa jenis	= 0.8 t/m ³
Hari kerja	= 360 hari
Jam kerja	= 24 jam

$$T_i : B_N \times W_{DY} \times W_{HD} : 1 \times 360 \times 24 : 8640 \text{ jam}$$

$$T_0 : \frac{AT}{P_B \times N_c \times f_L \times \rho} + (N_s \times T_{\text{other}})$$

$$: \frac{2,168,000}{1000 \times 1 \times 70\% \times 0.8} + (196 \times (2+2)) : 4655 \text{ jam}$$

$$BOR (\%) = \frac{4655}{8640} \times 100\% = 53,88 \%$$

- ii. Untuk dermaga dengan tambatan yang menerus (*continous berth*).
Tingkat okupansi dermaga dihitung berdasarkan LOA kapal ditambah jarak aman antar kapal (10 meter) dan *berthing time*.

$$BOR (\%) = \frac{\sum((LOA+10 m) \times BT)}{Tt \times L} \times 100\%$$

dimana :

LOA = Panjang kapal yang bersandar (m)

BT = *Berthing Time* (jam)

Tt = Waktu pelayanan operasional dermaga, dalam satu rentang waktu tinjauan tertentu (jam)

Untuk tinjauan dalam 1 tahun = 24 x 365

Untuk tinjauan dalam 1 bulan = 24 x 30

L = Panjang dermaga (m)

Perlu diperhatikan dalam perhitungan ini bahwa jumlah panjang kapal dan *berthing time* yang digunakan dalam perhitungan harus dalam satu rentang waktu tinjauan yang sama dengan nilai Tt. Jika rentang waktu tinjauan pada Tt adalah 1 bulan maka jumlah panjang kapal dan *berthing time* yang digunakan adalah selama satu bulan pula.

Untuk kebutuhan perencanaan, dimana belum tersedia data panjang kapal dan *berthing time* yang lengkap. Maka pendekatan berikut dapat digunakan :

$$BOR (\%) = \frac{(Rata2 LOA + 10m) \times (Rata2 BT) \times Jumlah Kapal}{Tt \times L} \times 100\%$$

b. Utilitas tempat penyimpanan

Tingkat pemakaian dari tempat penyimpanan yang berupa gudang atau lapangan penumpukan, dapat dinyatakan dalam *Storage Occupancy Ratio* (SOR) dan *Yard Occupancy Ratio* (YOR).

i. *Yard Occupancy Ratio* (YOR).

$$YOR(\%) = \frac{\text{Kapasitas CY Terpakai}}{\text{Kapasitas CY tersedia}} \times 100\%$$

Kapasitas *Container Yard* Tersedia : $N_{TGS} \times S_t$

dimana :

N_{TGS} : jumlah TEUs *Ground Slot*

St : tinggi tumpukan peti kemas (*tier*)

Contoh 7 :

Dalam satu tahun, sebuah *container yard* melayani 140.000 TEUs muatan. *Container Yard* (CY) tersebut memiliki 2 blok. Masing – masing blok memiliki 6 *row* dan 40 *bay* TEUs *ground slot*. Tinggi tumpukan peti kemas dalam *container yard* tersebut adalah 5 tier. *Dwelling time* pada *container yard* tersebut rata-rata adalah 4 hari. *YOR* *container yard* tersebut dapat dihitung dengan cara :

Kapasitas CY tersedia:

$$= N_{TGS} \times St = (2 \text{ blok} \times 6 \text{ row} \times 40 \text{ bay}) \times 5 \text{ tier} = 2400 \text{ TEUs}$$

Kapasitas CY tersedia dalam satu tahun:

$$= 2400 \text{ TEUs} \times 365 \text{ hari} = 876.000 \text{ TEUs} . \text{ hari}$$

Kapasitas CY Terpakai :

$$140.000 \text{ TEUs} \times 4 \text{ hari} = 560.000 \text{ TEUs} . \text{ hari}$$

YOR:

$$= 560.000 / 876.000 \times 100 \% = 63 \%$$

ii. *Storage Occupancy Ratio (SOR)*

$$SOR (\%) = \frac{\text{Kapasitas Gudang Terpakai}}{\text{Kapasitas Gudang tersedia}} \times 100\%$$

$$\text{Kapasitas Gudang} : \frac{Ae \times St}{Sf}$$

dimana :

Ae : Luas efektif gudang (luasan yang dipergunakan untuk menumpuk barang, tidak termasuk ruang manuver alat dll.)

St : Rata – rata tinggi tumpukan dalam gudang

Sf : *Stacking factor* = *Stowage factor* \times (1+*broken stowage*)

Stowage factor :faktor yang menyatakan besarnya ruangan (m^3) yang terpakai untuk menampung 1 ton muatan. *Stowage factor* dinyatakan dalam satuan m^3/ton .

Broken stowage :*Broken stowage* adalah ruangan yang tidak dapat dipakai untuk menumpuk barang karena bentuk ruangan misalnya disebabkan bentuk ruangan yang melengkung atau kemasan

barang yang berbentuk tidak beraturan. Angka *broken stowage* dinyatakan sebagai persentase terhadap *stowage factor*.

Contoh 8:

Dalam satu tahun, sebuah gudang melayani 200.000 ton barang. Luas efektif gudang yang dapat digunakan untuk menumpuk barang adalah 1000 m². Rata-rata tinggi tumpukan dalam gudang adalah 5 m. *Stowage factor* barang dalam gudang sebesar 2 m³/ton dan *broken stowage* sebesar 25%. Rata-rata *dwelling time* barang pada gudang tersebut adalah 3 hari. *SOR* gudang tersebut dapat dihitung dengan cara :

Kapasitas gudang :

$$= (1000 \text{ m}^2 \times 5\text{m}) / (2 \text{ m}^3/\text{ton} \times (1+25\%)) = 2000 \text{ ton}$$

Kapasitas gudang dalam satu tahun :

$$= 2000 \text{ ton} \times 365 = 730.000 \text{ ton.hari}$$

Kapasitas Gudang Terpakai :

$$= 200.000 \text{ ton} \times 3 \text{ hari} = 600.000 \text{ ton.hari}$$

SOR :

$$= 600.000 / 730.000 \times 100 \% = 82 \%$$

c. Utilitas alat bongkar muat

Alat bongkar muat memiliki fungsi penting dalam tahap operasional sebuah terminal. Tingkat pemakaian alat dapat diukur sebagai berikut :

$$\text{Utilitas alat}(\%) : \frac{\text{Waktu kerja atau pemakaian alat}}{\text{Kapasitas waktu pemakaian alat}} \times 100\%$$

Contoh 9 :

Dalam suatu *container yard* direncanakan sebuah RTGC dapat beroperasi 365 hari setahun. Dalam realisasi operasionalnya, RTGC tersebut membutuhkan 10 hari dalam satu tahun untuk perawatan dan 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan. Maka utilitas alat dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Utilitas alat}(\%) : \frac{365 - (30 + 10)}{365} \times 100\% = 89\%$$

4.5. PENENTUAN UKURAN TERMINAL

4.5.1 Umum

Dalam penentuan ukuran terminal, terdapat 2 komponen utama dari fasilitas terminal yang memiliki pengaruh besar. Fasilitas tersebut adalah kebutuhan jumlah tambatan atau dermaga dan kebutuhan luas tempat penyimpanan (*storage area*). Untuk menghitung kebutuhan luas terminal, terdapat 3 pendekatan yang dapat dilakukan, yaitu :

i. Tingkat akurasi rendah:

Perkiraan kebutuhan luas berdasarkan nilai rasio empiris dari hasil penelitian yang pernah dilakukan. Rasio antara jumlah muatan (dalam ton atau TEUs) dengan kebutuhan panjang dermaga (m) dan kebutuhan luas tempat penyimpanan (m^2).

ii. Tingkat akurasi sedang:

Perkiraan kebutuhan luas terminal berdasarkan produktivitas dermaga dan kapasitas tempat penyimpanan. Produktivitas dan jumlah alat yang digunakan diperhitungkan dalam analisa ini. Nilai utilitas (*BOR & YOR*) diambil berdasarkan estimasi dari kondisi lapangan.

iii. Tingkat akurasi tinggi:

Pengembangan lebih detail dari metode ii, di mana waktu kedatangan kapal dan pelayanan bongkar muat diperhitungkan secara detail. Analisa lebih detail dengan menggunakan teori antrean maupun model simulasi dengan program bantu, digunakan untuk menentukan kebutuhan luas terminal.

Metode i dipergunakan dalam tahap awal desain (*preliminary design*) untuk mengetahui perkiraan kebutuhan luas lahan yang dibutuhkan. Metode ii dipergunakan dalam tahap pengembangan layout, untuk kemudian dapat dipilih konfigurasi alat dan layout yang paling efektif dan efisien untuk digunakan. Metode iii dipergunakan dalam tahap akhir dari pembuatan master plan atau tahap detail desain. Dalam buku ini akan dijelaskan mengenai metode i dan ii.

4.5.2 Kebutuhan Luas Terminal

Rasio kebutuhan luas terminal dengan jumlah muatan per tahun dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4. Perlu diingat bahwa tingkat akurasi rasio ini sangat rendah, sehingga metode pendukung lain diperlukan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Tabel 4.3. Rasio Kebutuhan Luas Dermaga

Jenis Terminal	Rasio Kebutuhan Luas Dermaga	
	Nilai	Satuan
<i>Conventional General Cargo</i>	500-750	ton/tahun per m ²
Peti kemas	300-1,000	TEUs/tahun per m ²
Curah Batu Bara	25,000-75,000	ton/tahun per m ²
Curah Bijih Besi	50,000-15,0000	ton/tahun per m ²

Sumber: Ligteringen, Velshink (2012)

Tabel 4.4. Rasio Kebutuhan Luas Terminal

Jenis Terminal	Rasio Kebutuhan Luas Dermaga	
	Nilai	Satuan
<i>Conventional General Cargo</i>	4-6	ton/tahun per m ²
Peti kemas	0.6 - 1	TEUs/tahun per m ²
Curah Batu Bara	15-25	ton/tahun per m ²
Curah Bijih Besi	30 - 40	ton/tahun per m ²

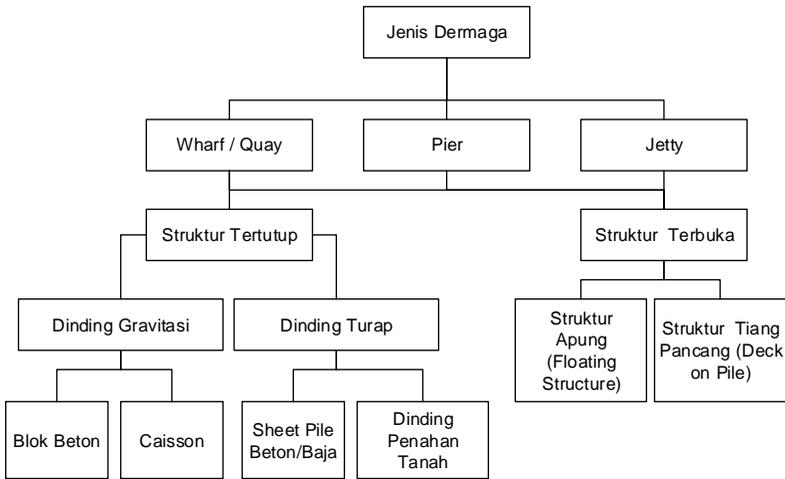
Sumber: Ligteringen, Velshink (2012)

* Luas terminal termasuk tempat penumpukan, jalan internal, kantor dll

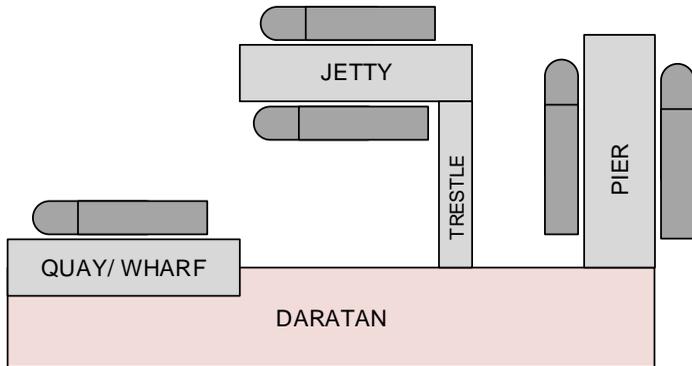
** Untuk muatan curah, rasio tersebut adalah untuk terminal impor.

4.5.3 Kebutuhan Dermaga

Sebagai fasilitas utama sebuah pada pelabuhan, dermaga harus direncanakan menurut jenis kapal dan muatan yang akan dilayani. Berdasarkan orientasi arah dermaga terhadap garis pantai, jenis dermaga dapat dibagi menjadi wharf/quay, pier dan jetty. Sedangkan berdasarkan konfigurasi struktur bawah, dapat dibagi menjadi dermaga struktur terbuka dan tertutup. Beberapa jenis dermaga dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.7 Jenis Dermaga



Gambar 4.8 Ilustrasi Jenis Dermaga

Jenis dermaga tersebut dapat dipilih sesuai dengan kondisi lingkungan dan jenis kapal yang bersandar. Beberapa hal yang dapat menjadi dasar pemilihan jenis dermaga adalah :

- Kondisi alam (Kedalaman dasar laut , jenis tanah , tinggi gelombang, arus dan angin, dll.)
- Faktor ekonomis (Biaya pembangunan dermaga, biaya pengerukan, dll.)

- Faktor operasional (Dimensi kapal, jenis kapal, jenis alat bongkar muat, dll.)
- Pengaruh pembangunan terhadap lingkungan sekitar (kerusakan terumbu karang, perubahan pola sedimentasi dll.)
- Perkembangan teknologi pada material dan metode konstruksi

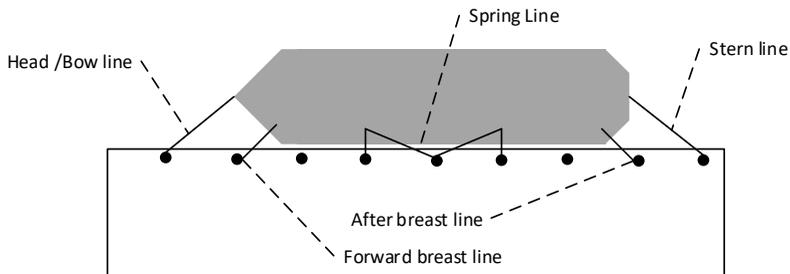
Perhitungan kebutuhan panjang dermaga, kedalaman kolam dermaga dan luas dermaga secara detail akan dijelaskan pada bab selanjutnya pada buku ini. Sedangkan untuk penentuan ketinggian dermaga dapat digunakan ketentuan dalam tabel berikut :

Tabel 4.5. Ketinggian Dermaga terhadap HWL

	Tumpang pasang surut $\geq 3\text{m}$	Tumpang pasang surut $< 3\text{m}$
Dermaga untuk kapal besar (kedalaman $\geq 4.5\text{m}$)	+0 ,5 s/d 1,5 m	+1 s/d 2 m
Dermaga untuk kapal kecil (kedalaman $< 4.5\text{m}$)	+0 ,3 s/d 1 m	+0 ,5 s/d 1,5 m

Sumber : OCDI, 2002.

Dermaga memiliki fasilitas penunjang yang penting untuk proses sandar dan tambat kapal yaitu *bollard* dan *fender*. *Bollard* dipergunakan sebagai tempat ikatan tali tambat kapal pada dermaga. Posisi tali tambat kapal umumnya ada pada posisi berikut



Gambar 4.9 Konfigurasi Tali Tambat pada Dermaga

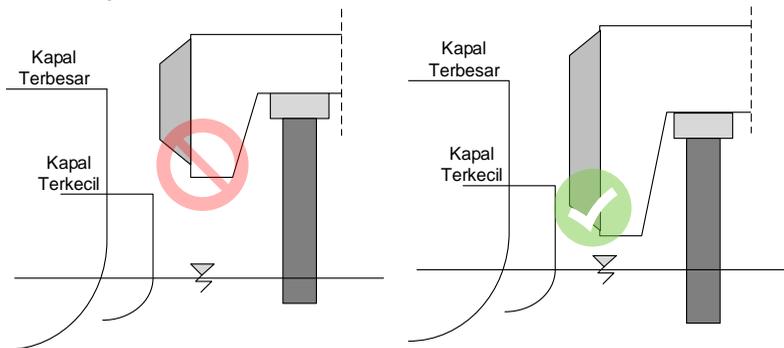
Sedangkan jarak dan jumlah *bollard* dapat dipasang menurut tabel berikut:

Tabel 4.6. Jumlah dan Interval Minimum *Bollard* per Tambatan

Ukuran Kapal (GT)	Interval maksimum bollard (m)	Jumlah minimum bollard per tambatan (unit)
GT < 2000	10-15	4
2000 ≤ GT < 5000	20	6
5000 ≤ GT < 20.000	25	6
20.000 ≤ GT < 50.000	35	8
50.000 ≤ GT < 100.000	45	8

Sumber : OCDI, 2002.

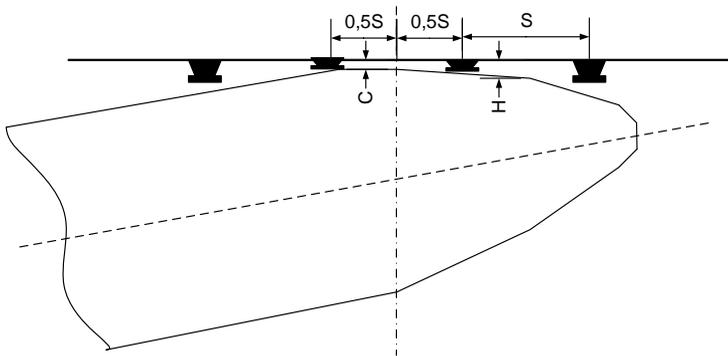
Sebagai sarana sandar kapal, dibutuhkan karet fender yang berfungsi untuk meredam gaya horizontal akibat proses sandar kapal pada dermaga. Fender bertujuan untuk mencegah kerusakan pada dinding kapal maupun struktur dermaga. Posisi pemasangan fender harus dibuat sedemikian rupa, sehingga struktur dermaga dapat terlindungi seluruhnya baik dari kapal terbesar maupun dari kapal terkecil. Berikut ilustrasi pemasangan fender :



Gambar 4.10 Ilustrasi Pemasangan Fender pada Dermaga

Sedangkan jarak antar fender dapat dipasang sesuai rekomendasi *British Standard (BS 6349)* yaitu S (interval maksimum) $\leq 0,15$ LOA kapal terkecil yang sandar. Untuk perhitungan lebih detail dapat digunakan formula :

$$S \leq 2 \sqrt{RB^2 - (RB - H + C)^2}$$



dimana :

S : Jarak antar fender

RB : *Bow Radius* $\approx \frac{1}{2} \left[\left(\frac{B}{2} \right) + \left(\frac{LOA^2}{8B} \right) \right]$

C : Jarak aman ke dermaga (m)

H : Tinggi fender tertekan (m)

BAB 5 TERMINAL PETI KEMAS

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Operasional Terminal
- ✓ Perhitungan Kebutuhan Fasilitas

5.1. PENDAHULUAN

5.1.1. Sejarah Peti Kemas

Perdagangan lintas negara dengan kapal laut sudah dimulai sejak beberapa abad yang lalu. Pada saat, itu, barang-barang yang diperdagangkan diangkut dalam beberapa bentuk kemasan seperti karung, peti dan tong. Proses bongkar muat dari dan menuju kapal dilakukan dengan tenaga kerja manusia. Sehingga dibutuhkan banyak tenaga kerja untuk melakukan proses tersebut.

Seiring berkembangnya perdagangan dan bisnis pelayaran dunia, para pelaku perdagangan mulai menyadari pentingnya sebuah kemasan yang dapat membawa barang dengan efisien. Pada tahun 1950an, peti kemas mulai digunakan sebagai kemasan dalam pengiriman barang. Pemakaian peti kemas pada awalnya mendapatkan banyak tantangan. Terutama dari pekerja pelabuhan, yang terancam kehilangan pekerjaan sebagai pengangkut barang. Mereka mulai digantikan oleh *crane* yang lebih cepat dalam melakukan proses bongkar muat barang. Pada saat itu ukuran peti kemas masih belum standar, dimana beberapa perusahaan pelayaran besar memiliki ukuran tersendiri. Baru kemudian antara tahun 1968 – 1970, ISO (*International Standard Organization*) mengeluarkan beberapa rangkaian peraturan mengenai standar peti kemas. Hal ini tentu saja memudahkan proses bongkar muat yang dilakukan pada pelabuhan-pelabuhan di dunia, sehingga biaya pengiriman barang dapat diturunkan.

5.1.2. Perkembangan Peti kemas

Dalam perencanaan terminal peti kemas, perencana perlu untuk memperhatikan perkembangan peti kemas, terutama untuk perencanaan jangka panjang sebuah terminal. Berikut beberapa informasi mengenai perkembangan peti kemas di dunia.

- i. Arus peti kemas dunia terus mengalami peningkatan, pada awal tahun 2000 arus peti kemas dunia adalah 224 Juta TEUs dan pada tahun 2016 telah berkembang hingga mencapai 700 Juta TEUs. Sebagai negara berkembang, Indonesia juga mengalami peningkatan arus peti kemas, dimana pada tahun 2000, arus peti kemas di Indonesia adalah 3,7 Juta TEUs dan pada tahun 2016 telah mencapai 12,4 Juta TEUs (*The World Bank ,2017*). Distribusi *throughput* peti kemas tiap wilayah di dunia, dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 *Throughput* Peti kemas Dunia (TEUs)

	2014	2015	2016
Afrika	28,027,967.00	28,122,893.00	27,909,132.00
Asia	429,641,660.00	439,573,985.00	446,813,796.00
Amerika Utara	51,659,185.00	53,689,663.00	54,120,207.00
Eropa	109,018,957.00	108,359,369.00	113,831,821.00
Lain-lain	56,632,960.00	56,943,716.00	57,028,592.00
Total	674,980,729.00	686,689,626.00	699,703,548.00

Sumber: *UNCTAD,2017*

- ii. Pelaku utama industri peti kemas adalah perusahaan pelayaran dan operator terminal peti kemas. Berikut merupakan daftar dari terminal peti kemas , operator dan perusahaan pelayaran dunia, dengan volume peti kemas terbanyak. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa operator terminal terbesar dunia adalah PSA International dengan volume peti kemas yang dilayani mencapai 53 juta TEUs. Volume ini merupakan total dari beberapa pelabuhan di dunia, dimana PSA menjadi operator pada pelabuhan-pelabuhan tersebut.

Tabel 5.2 Daftar 10 Besar Operator Terminal Dunia

Peringkat	Nama Operator	Volume yang dilayani (Juta TEUs)
1	PSA International	53
2	Hutchison Port Holdings	47

3	DP World	37
4	APM Terminals	36
5	China Merchants Port Holding	26
6	China Ocean Shipping (Group)	20
7	Terminal Investment	18
8	China Shipping Terminal Development	9
9	Evergreen	8
10	Eurogate	7

Sumber: UNCTAD,2017

Seperti data yang tertera pada Tabel 5.1, bahwa arus peti kemas dunia sebagian besar berada pada wilayah Asia. Hal ini sesuai dengan data pada Tabel 5.3 dimana dari 15 besar pelabuhan peti kemas dunia, 13 di antaranya berada pada wilayah Asia. Pelabuhan Rotterdam dan Antwerp merupakan 2 pelabuhan di wilayah Eropa yang masuk daftar tersebut.

Tabel 5.3 Daftar 15 Besar Pelabuhan Peti kemas Dunia

Peringkat	Pelabuhan	Negara	Throughput 2016 (TEUs)
1	Shanghai	China	37,135,000
2	Singapore	Singapura	30,930,000
3	Shenzen	China	23,980,000
4	Ningbo	China	21,565,000
5	Hong Kong	Hong Kong (China)	19,580,000
6	Busan	Korea Selatan	19,378,000
7	Guangzhou	China	18,859,000
8	Qingdao	China	18,050,000
9	Dubai	UEA	14,772,000
10	Tianjin	China	14,523,000
11	Port Kelang	Malaysia	13,167,000

Peringkat	Pelabuhan	Negara	Throughput 2016 (TEUs)
12	Rotterdam	Belanda	12,385,000
13	Kaohsiung	Taiwan (China)	10,460,000
14	Antwerp	Belgia	10,037,000
15	Xiamen	China	9,614,000

Sumber: UNCTAD,2017

Pada Tabel 5.4, dapat dilihat bahwa industri pelayaran dunia masih didominasi oleh 3 perusahaan besar yaitu Maersk, MSC dan CMA-CGM. Dengan jangkauan operasional di lebih dari 100 negara, perusahaan-perusahaan ini menjadi pemeran utama dalam industri pelayaran peti kemas dunia dengan armada kapal yang banyak dan kapal-kapal besar dengan kapasitas muat kapal lebih dari 15.000 TEU.

Tabel 5.4. Daftar 15 Besar Perusahaan Pelayaran Dunia

Peringkat	Perusahaan	Jumlah Kapal	Kapasitas (TEUs)
1	Maersk	621	3,201,871
2	Mediterranean Shipping Company	469	2,935,464
3	CMA-CGM	441	2,220,474
4	China Ocean Shipping (Group) Company	277	1,603,341
5	Hapag-Loyd	180	1,038,483
6	Evergreen	186	995,147
7	Orient Overseas Container Line	107	666,558
8	Hamburg-Sud	116	594,008
9	Yang Ming	100	588,389
10	United Arab Shipping Company	56	546,220

Peringkat	Perusahaan	Jumlah Kapal	Kapasitas (TEUs)
11	Nippon Yusen Kaisha	97	538,754
12	Mitsui Osaka Shosen Kaisha Lines	82	515,880
13	Hundai Merchant Marine	69	458,247
14	Kawasaki Kisan Kaisha Limited-K Line	64	363,019
15	Pacific International Lines	132	361,752

Sumber: UNCTAD,2017

- iii. Perkembangan kapal peti kemas tiap tahun, menunjukkan peningkatan ukuran dan kapasitas muat kapal. Pada generasi pertama, kapal peti kemas merupakan hasil konversi dari kapal *general cargo* dan tanker. Kemudian berkembang ke kelas Panamax, dimana lebar (*beam*) kapal dibatasi sebesar 32m agar kapal tetap dapat melewati terusan Panama. Ukuran kapal peti kemas terus berkembang hingga generasi Triple E (*Economy of scale, Energy efficient and Environmentally improved*) dimana jenis kapal ini memiliki kapasitas angkut 18.000 hingga 21.000 TEUs, jenis kapal ini biasa juga disebut sebagai ULCS (*Ultra Large Container Ship*).

Tabel 5.5. Perkembangan Kapal Peti kemas

Tahun	Jenis	LOA (m)	Beam (m)	Draft (m)	TEU
1956-1970	Generasi 1 (Converted Cargo Vessel & Tanker)	135-200	17	9	500-800
1970-1980	Generasi 2 (Fully Cellular)	215	20	10	1000-2500

1980-1988	Generasi 3 (Panamax)	250- 290	32	11-12	3000- 4000
1988-2000	Generasi 4 (Post Panamax)	285	40	13	4000- 5000
2000-2005	Generasi 5 (Post Panamax Plus)	300- 335	43	14	5000- 8000
2006-....	Generasi 6 (New Panamax)	366- 397	49-55	14- 15.5	11000- 15000
2013-....	Triple E	400	59	15.5	18000- 21000

Perkembangan kapal peti kemas yang semakin besar, menuntut operator terminal peti kemas untuk menyesuaikan perkembangan ini. Alur pelabuhan perlu diperdalam untuk dapat melayani kapal-kapal besar yang akan datang. Alat bongkar muat dengan jangkauan hingga 60 m diperlukan untuk dapat melayani kapal jenis Triple E. Hal ini tentunya membutuhkan peralatan khusus dan konfigurasi dermaga tertentu yang dapat melayani kapal tersebut. Dengan besarnya muatan yang dibawa oleh kapal , proses bongkar muat dituntut untuk lebih cepat pula, sehingga tidak terjadi antrean pada pelabuhan.

5.2. OPERASIONAL TERMINAL

5.2.1 Ukuran Peti kemas

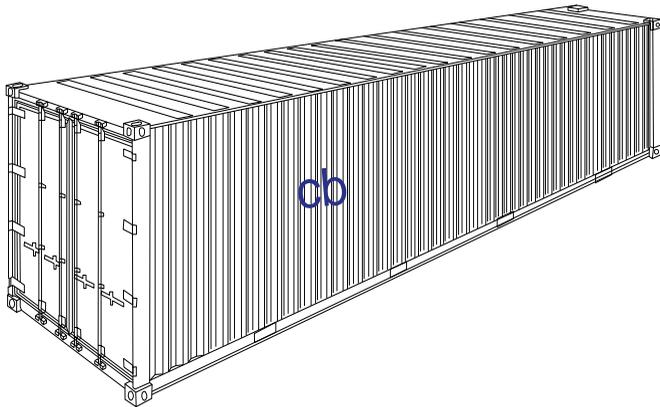
Ukuran peti kemas menurut ISO (*International Standards Organization*) adalah :

- Ukuran Peti kemas yang paling sering digunakan adalah ukuran 20 ft , yang menjadi standar umum TEU (Twenty feet Equivalent Unit). Dimana ukuran dari peti kemas ini adalah Panjang = 20 ft (6.10 m), Lebar= 8 ft (2.44m) dan tinggi 8 ft atau 8 ft 6 inci (2.6 m). Adapun *payload*, atau kapasitas angkut peti kemas adalah sekitar 22 ton. Meskipun pada praktiknya terdapat batasan berat terkait beban jalan, kemampuan alat angkut dan kemampuan alat bongkar muat. Rata-rata muatan peti kemas 20 ft yang ada berkisar 13-15 ton.



Gambar 5.1 Ilustrasi Peti kemas 20 feet

- Peti kemas 40 feet (2 TEU atau 1 FEU) memiliki ukuran 2 kali lebih panjang daripada peti kemas 20 feet dengan lebar dan tinggi yang sama. Adapun *payload*, atau kapasitas angkut peti kemas adalah sekitar 27 ton. Rata-rata muatan peti kemas 40 ft dalam praktiknya berkisar 17-20 ton.



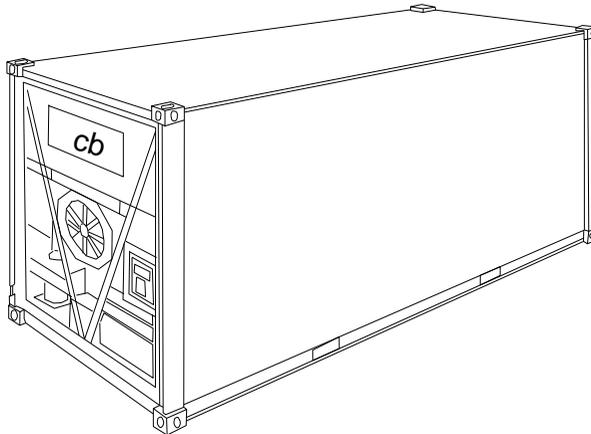
Gambar 5.2 Ilustrasi Peti kemas 40 feet

Selain peti kemas menurut ISO, terdapat juga peti kemas lain yang memiliki ukuran berbeda, seperti:

- *Oversizes Container*, peti kemas yang memiliki panjang lebih dari 40 feet.
- *High Cube Container*, peti kemas yang memiliki tinggi lebih dari standar peti kemas ISO (lebih dari 8 feet)
- *Overwidth Container*, peti kemas yang memiliki lebar lebih dari standar ISO (lebih dari 8 feet)

Selain jenis peti kemas tersebut, juga terdapat jenis peti kemas yang memiliki fungsi khusus. Peti kemas khusus tersebut tersedia dalam ukuran ISO dan Non-ISO. Berikut beberapa jenis peti kemas khusus yang banyak digunakan:

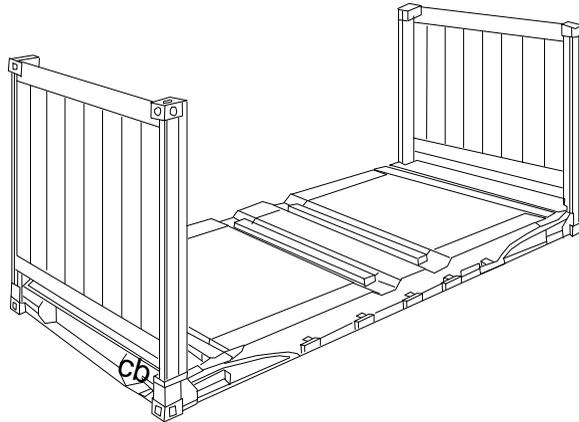
- *Refrigerated containers atau reefers*, adalah peti kemas yang memiliki fungsi pendingin. Digunakan untuk pengiriman bahan makanan seperti daging, ikan, buah atau sayuran yang memerlukan suhu dingin untuk pengawetan. *Reefer Container* memerlukan sumber listrik, baik di kapal maupun di lapangan penumpukan pelabuhan.



Gambar 5.3 Ilustrasi Peti kemas *Reefer*

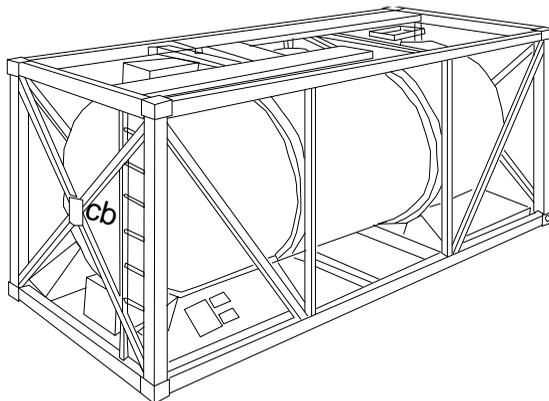
- *Flat rack containers*, adalah peti kemas yang dibuat tanpa dinding samping, sehingga dapat memuat barang dengan dimensi yang lebih lebar dan tinggi. Peti kemas ini dapat

digunakan untuk memuat barang *heavy load* jika dasar peti kemas telah diperkuat.



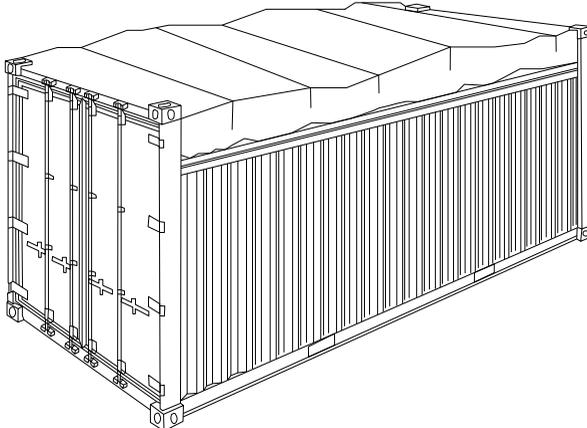
Gambar 5.4 Ilustrasi Peti kemas *Flat rack*

- *Tank containers*, adalah peti kemas yang dibuat untuk memuat barang yang berbentuk cairan seperti minyak, bahan kimia berbahaya, bahan makanan cair dll. Jika *tank container* memuat barang berbahaya, maka posisi penyimpanannya harus dipisahkan dari muatan yang lain.



Gambar 5.5 Ilustrasi Peti kemas *Tank*

- *Opentop containers*, adalah peti kemas yang dibuat tanpa penutup atas, sehingga dapat memuat barang dengan tinggi yang melebihi standar. Peti kemas ini juga dapat digunakan untuk memuat barang yang membutuhkan bongkar muat barang dari atas, seperti curah kering.



Gambar 5.6 Ilustrasi Peti kemas *Opentop*

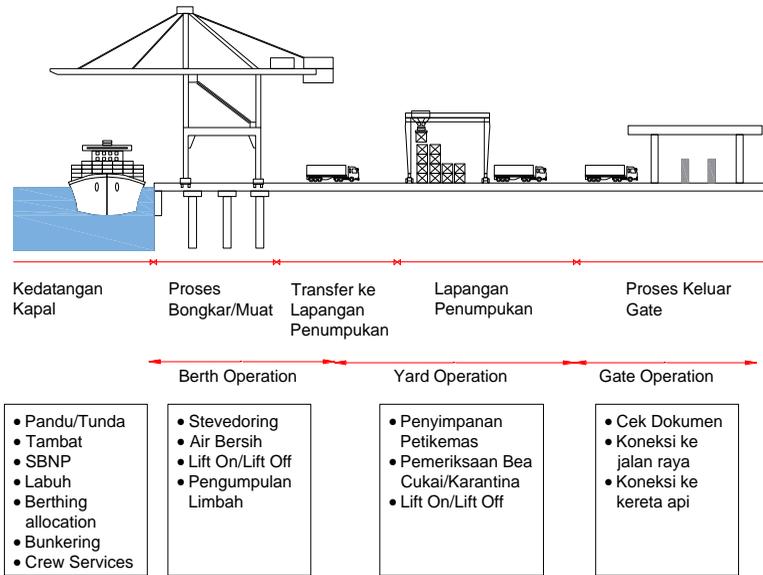
5.2.2 Fasilitas Terminal Peti kemas

Terminal peti kemas merupakan sebuah mata rantai yang menghubungkan dari dua proses, yaitu:

- Proses sisi laut : pelayanan terhadap transportasi dari laut
- Proses sisi darat : pelayanan terhadap transportasi dari dan menuju daerah *hinterland*

Secara umum terminal peti kemas menjalankan fungsi utama sebagai berikut:

- Proses bongkar dan muat peti kemas dari dan menuju kapal.
- Tempat penyimpanan sementara peti kemas
- Pemeriksaan dokumen dan informasi terkait peti kemas.
- Pemeriksaan dan pencatatan kerusakan peti kemas
- Pemeriksaan terkait isi muatan peti kemas
- Fasilitas penunjang lainnya, meliputi pelayanan terhadap kapal dan pengiriman barang.



Gambar 5.7 Alur Kegiatan Terminal Peti kemas

Kegiatan utama dari terminal peti kemas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Bongkar muat barang dari dan menuju kapal

Bongkar muat barang merupakan kegiatan inti dari bisnis di pelabuhan. Saat kapal yang memuat peti kemas telah bersandar di dermaga, maka *container crane* akan memulai proses bongkar muat pada kapal tersebut. Sedangkan di sisi darat, terjadi pula proses bongkar muat dari truk atau kereta api yang mengangkat peti kemas ke lapangan penumpukan.

2. Tempat Penyimpanan Peti kemas

Tempat penyimpanan sementara peti kemas, atau yang biasa disebut sebagai Lapangan Penumpukan (*Container Yard*), merupakan bagian penting dalam terminal peti kemas. Setelah peti kemas dibongkar dari kapal, maka peti kemas akan disimpan sementara di lapangan penumpukan untuk kemudian dipindahkan ke tujuan akhir dengan mode

transportasi lain. Pemandangan peti kemas langsung dari kapal ke moda transportasi penghubung tanpa melalui lapangan penumpukan tidak efektif untuk dilakukan dalam jumlah besar. Sehingga diperlukan lapangan penumpukan untuk menyimpan sementara peti kemas tersebut.

3. Verifikasi informasi pengiriman peti kemas

Sebagai tempat di mana terjadi pertemuan dari Moda transportasi laut dengan Moda lain yang akan mengirimkan peti kemas ke pemilik barang, terminal peti kemas perlu untuk mengetahui data – data terkait asal dan tujuan pengiriman. Dengan kemajuan teknologi informasi yang ada, data – data terkait tujuan dan asal peti kemas dapat diterima oleh terminal sebelum peti kemas dibongkar di dermaga. Dengan ini proses perencanaan posisi penumpukan peti kemas di lapangan penumpukan dapat dilakukan lebih awal. Sehingga dapat meningkatkan efektivitas terminal dalam menangani muatan yang datang.

4. Pemeriksaan dan pencatatan kerusakan peti kemas

Dalam pengiriman sebuah peti kemas, terdapat proses yang panjang dan melibatkan banyak pihak. Kerusakan pada peti kemas sangat mungkin terjadi dalam proses pengiriman ini. Untuk itu pemeriksaan peti kemas perlu dilakukan pada dua titik, yaitu pada saat peti kemas masuk dan keluar dari terminal. Sehingga dapat ditentukan pihak yang bertanggung jawab atas terjadinya kerusakan peti kemas tersebut.

5. Verifikasi muatan peti kemas

Pada prinsipnya, peti kemas tidak akan dibuka sebelum sampai pada tujuan/ pemilik barang. Tetapi, seiring meningkatnya perdagangan global, maka meningkat pula risiko pengiriman barang ilegal melalui peti kemas. Untuk itu, peti kemas perlu diperiksa secara acak berdasarkan statistik maupun informasi intelijen yang ada. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan berbagai metode ,misalnya dengan pemindaian X-ray. Jika dari pemeriksaan awal ditemukan sesuatu yang mencurigakan, maka peti kemas akan dibuka untuk dilakukan pemeriksaan fisik.

6. Menyediakan layanan pendukung

Terminal peti kemas dapat menyediakan beberapa fasilitas pendukung yang dapat menunjang kegiatan pengiriman barang. Fasilitas seperti tempat perbaikan peti kemas, tempat pembersihan peti kemas maupun tempat konsolidasi peti kemas banyak disediakan untuk pengguna jasa. Tetapi saat ini, lahan untuk pengembangan pelabuhan menjadi sangat mahal dan sulit untuk didapatkan. Hal ini menyebabkan area di dalam terminal hanya dimanfaatkan untuk fasilitas utama saja, sedangkan fasilitas penunjang banyak disediakan oleh pihak ketiga, di lokasi sekitar pelabuhan.

Untuk dapat melayani fungsi – fungsi utama dari sebuah Terminal Peti kemas, dibutuhkan sebuah fasilitas yang dapat melayani kebutuhan operasional Terminal Peti kemas. Dalam menjalankan fungsi tersebut, terdapat beberapa elemen utama dalam sebuah terminal peti kemas yaitu

1. Tambatan / dermaga
Tambatan/dermaga merupakan titik pertemuan antara fasilitas sisi darat dengan sisi laut. Pada dermaga inilah kapal dapat bertambat dan menjalankan proses bongkar muat peti kemas.
2. Apron
Apron adalah tempat yang terletak di sebelah tambatan. Apron memiliki dua fungsi yaitu: (1) tempat dimana *container crane* beroperasi , (2) sebagai tempat sirkulasi transportasi internal peti kemas (truk, *straddle carrier* dsb) yang menghubungkan apron dengan lapangan penumpukan.
3. Lapangan penumpukan
Pada lapangan penumpukan peti kemas ekspor, impor, kosong dan lain sebagainya, disimpan sementara dalam periode waktu tertentu. Untuk penyimpanan *reefer* dan *hazardous cargo*, area khusus dengan peralatan tertentu harus disediakan. Pada area lapangan penumpukan biasanya juga disediakan fasilitas untuk *stripping* dan *stuffing* yang disebut sebagai *Container Freight Station (CFS)*.
4. Sistem transportasi darat
Sistem transportasi darat yang baik memungkinkan truk untuk dapat membawa masuk maupun mengambil peti kemas di Terminal Peti kemas. Truk tersebut dapat mengakses lapangan

penumpukan terminal melalui sebuah *gate* dimana dilakukan proses administrasi seperti pemeriksaan kondisi peti kemas, pencatatan berat dll. Untuk mencegah kemacetan pada jalan umum ketika banyak truk akan memasuki terminal, maka sebelum *gate* masuk harus disediakan ruang antrean truk yang cukup luas , tanpa memakai badan jalan umum.

5. Bangunan – bangunan

Sejumlah bangunan disediakan sebagai fasilitas penunjang di dalam Terminal Peti kemas. Bangunan seperti *workshop* untuk perawatan alat bongkar muat , gedung untuk manajemen terminal dan staf, serta fasilitas penunjang lainnya harus disediakan.

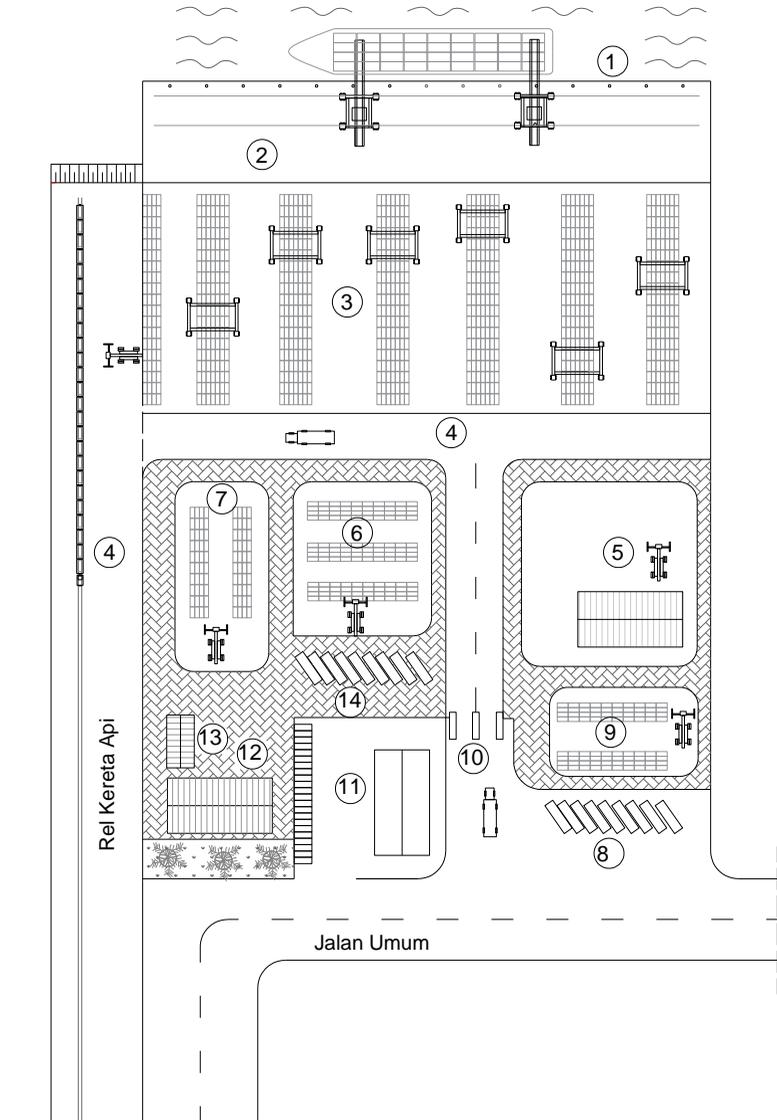
6. Lain-lain

Selain fasilitas utama, terdapat juga fasilitas penunjang yang mungkin diperlukan seperti :

- Depo peti kemas kosong
- Tempat pembersihan peti kemas
- Tempat perbaikan peti kemas
- Terminal kereta api barang
- dsb.

Fasilitas yang ada dalam sebuah terminal, disusun sedemikian rupa agar dapat melayani alur bongkar muat barang secara efektif. Gambar 5.9 menunjukkan gambaran hubungan antar fasilitas yang ada pada terminal peti kemas. Secara umum tata letak (*layout*) dari sebuah Terminal peti kemas dapat dilihat pada Gambar 5.8. Tata letak sebuah terminal dapat berbeda-beda penyusunannya. Hal ini terutama tergantung dari :

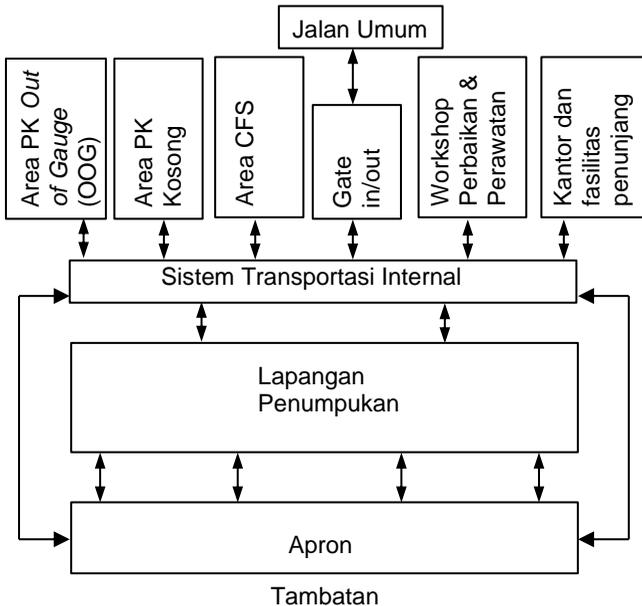
- Luas dan bentuk lahan yang dimiliki terminal
- Jumlah arus barang yang dilayani
- Jumlah dan jenis alat bongkar muat yang digunakan pada lapangan penumpukan
- Proporsi jenis peti kemas yang dilayani (ekspor, impor, *transshipment*, *reefer*, OOG, LCL, FCL, dsb)
- Fasilitas tambahan yang disediakan bagi pelanggan



Gambar 5.8 Tata Letak Umum Terminal Peti Kemas

Keterangan :

1. Tambatan
2. Apron
3. Lapangan Penumpukan
4. Jalan internal dan area transfer
5. Area *stripping & stuffing* / *Container Freight Station* (CFS)
6. Area Penumpukan peti kemas reefer
7. Area Penumpukan barang berbahaya, OOG, dsb.
8. Area masuk terminal
9. Area Penumpukan peti kemas kosong
10. *Gate in / Gate out*
11. Kantor , kantin dan administrasi.
12. *Workshop* perbaikan dan perawatan alat bongkar muat
13. *Workshop* perbaikan dan perawatan peti kemas
14. Area parkir truk internal



Gambar 5.9 Hubungan antar fasilitas Terminal Peti kemas

5.2.3 Alat Bongkar Muat

Dalam melaksanakan kegiatan bongkar muat di terminal peti kemas, terdapat beberapa peralatan yang dipergunakan. Berdasarkan fungsi dan wilayah operasinya, alat bongkar muat ini dapat dibagi menjadi :

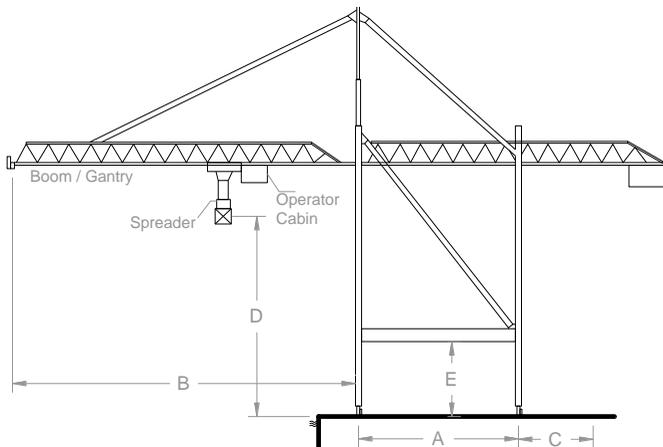
- Alat bongkar muat sisi laut (dermaga)
- Alat transfer horizontal (dermaga – lapangan penumpukan)
- Alat bongkar muat di lapangan penumpukan

Peralatan yang umum digunakan dalam ketiga kategori tersebut adalah :

A. Alat bongkar muat sisi laut (dermaga)

1. *Ship To Shore (STS) Gantry Crane*

STS Crane atau biasa disebut juga sebagai *Container Crane* atau *Quay Crane* merupakan jenis *gantry crane* yang diproduksi khusus untuk bongkar muat peti kemas dari kapal ke apron. Saat ini, *STS crane* merupakan jenis *crane* yang paling banyak dipergunakan pada terminal peti kemas di dunia. Alat ini memiliki produktivitas yang tinggi dan ukuran yang dapat menjangkau kapal peti kemas besar. Bagian-bagian dari *STS crane* dapat dijelaskan pada gambar 5.10 berikut:



Gambar 5.10 Ilustrasi *STS Crane*

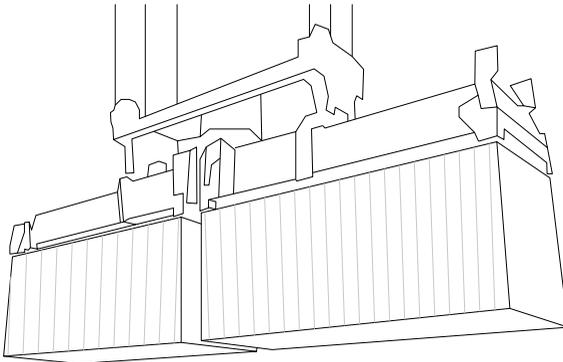
Pada Tabel 5.6, bagian – bagian dari dimensi utama *STS crane* dapat dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 5.6 Dimensi Utama STS Crane

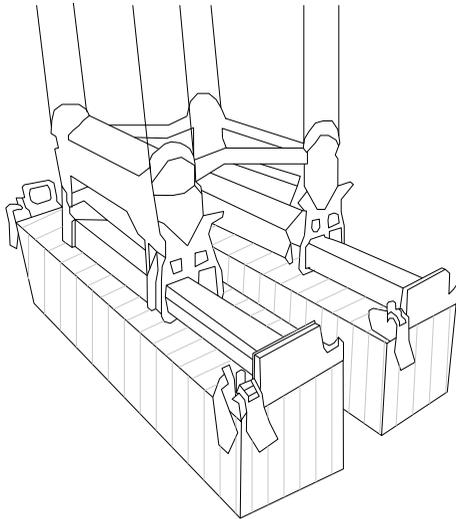
Nama	Ukuran (m)			
	Wide Span	Panamax	Post Panamax	Super Post Panamax
A <i>Gantry Span</i>	35-50		15 -35	
B <i>Outreach</i>	30-40	30-40	40-45	46-70
C <i>Backreach</i>	15-30		0-25	
D <i>Lift Height</i>	20-25	24-30	30-35	30-49
E <i>Clereance under seal beam</i>		12-18		

Sumber: LIEBHERR STS Crane

Produktivitas dari *STS crane* bervariasi tergantung teknologi dan sistem yang dipergunakan oleh alat tersebut. Secara umum produktivitas bongkar muat dari *STS crane* berkisar antara 20 – 35 *moves/hour*. Peningkatan produktivitas dari *STS crane* terus dilakukan oleh produsen alat. Sistem angkat tandem dan *twin lift* merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat alat ini. Dimana dengan sistem ini, dalam satu kali angkat *spreader STS Crane* dapat mengangkat 2 box peti kemas sekaligus.



Gambar 5.11 Ilustrasi STS *Twin Lift Spreaders*



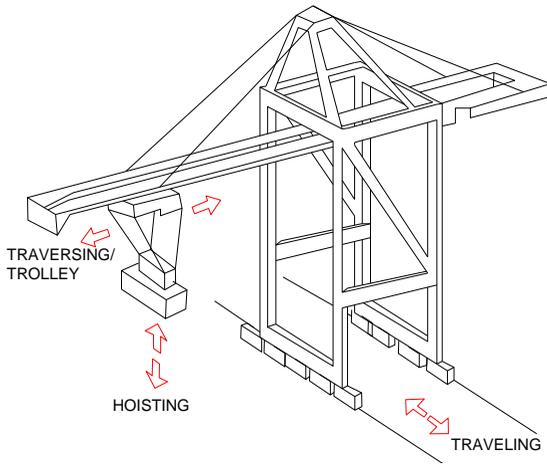
Gambar 5.12 Ilustrasi STS *Tandem Spreaders*

Dalam melaksanakan kegiatan operasionalnya, terdapat 3 gerakan utama yang dilakukan oleh *STS crane* (Gambar 5.13). Gerakan ini adalah:

- *Traveling* , merupakan gerakan horizontal crane di sepanjang rel yang ditempatinya.
- *Hoisting* , gerakan naik dan turunnya *spreader* saat dia mengambil , mengangkat dan meletakkan peti kemas.
- *Traversing*, merupakan gerakan dari *operator cabin* dan *trolley* di sepanjang *boom*.

Dengan melakukan perhitungan kecepatan dari tiap gerakan tersebut, dapat dihitung berapa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu gerakan pemindahan peti kemas. Dengan demikian dapat diperkirakan produktivitas dari *STS crane* tersebut dalam memindahkan peti kemas untuk tiap jamnya.

Dengan menghitung jarak tempuh dari tiap gerakan dan kemudian dibagi dengan kecepatan tiap gerakan. Maka waktu untuk melakukan satu gerakan dari *STS Crane* dapat dihitung. Kecepatan gerakan rata-rata dari *STS Crane* dapat dilihat pada Tabel 5.7



Gambar 5.13 Gerakan dalam operasional STS Crane

Tabel 5.7 Kecepatan Gerakan STS Crane

Nama	Ukuran (m/min)			
	Wide Span	Panamax	Post Panamax	Super Post Panamax
Hoisting Speed *	50/125	50/125	60/150	70/175
Trolley Speed	180	150-180	180-210	210-240
Travel Speed	100-140	45	45	45

Sumber: *LIEBHERR STS Crane*

*Hoisting speed = kecepatan hoisting dengan beban/kecepatan hoisting tanpa beban

Sebuah survei yang menarik tentang tingkat bongkar muat rata-rata menunjukkan bahwa produktivitas *crane* berada di bawah kemampuan yang dinyatakan produsen. Kecepatan penanganan rata-rata *container crane* berdasarkan survei dari 671 crane di seluruh dunia adalah:

- hingga 20 *moves/hour*, 12% sampel
- 21–25 *moves/hour*, 39% sampel

- 26-30 *moves/hour*, 33% sampel
- 31–35 *moves/hour*, 14% sampel
- lebih dari 35 *moves/hour*, 1% dari sampel.

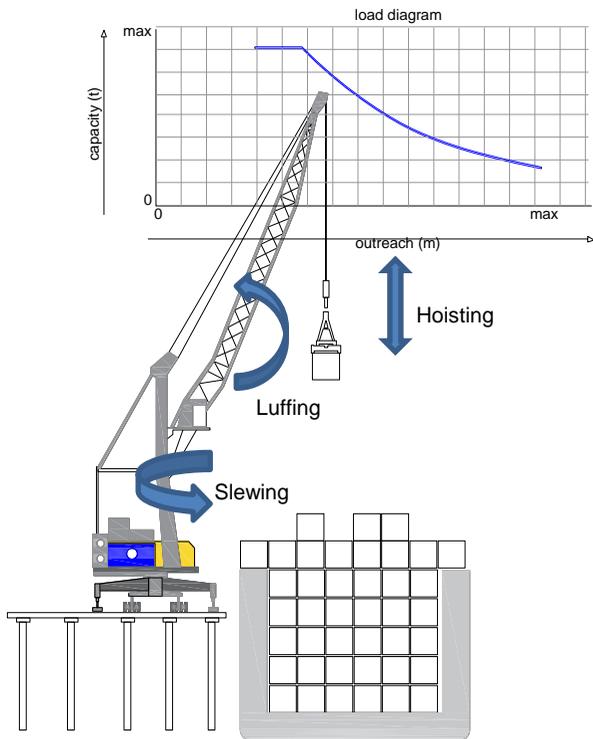
2. Harbour Mobile Crane (HMC)

Harbour Mobile Crane (HMC) merupakan jenis alat bongkar muat yang didesain untuk bongkar muat berbagai jenis muatan, termasuk peti kemas. Jenis alat ini, memiliki keunggulan dalam mobilitas karena tidak berjalan di atas rel, tetapi memiliki roda sendiri. Produktivitas alat ini relatif lebih rendah dibandingkan *STS Crane*, tetapi memiliki keunggulan di harganya yang lebih murah dan dapat digunakan untuk bongkar muat *general cargo*, curah kering dan peti kemas. HMC lebih banyak digunakan di terminal *multipurpose*, dimana kapal yang dilayani tidak hanya satu jenis muatan saja. Ilustrasi dari HMC dapat dijelaskan pada gambar 5.14.

Kapasitas angkat HMC tergantung dari sudut angkat dari lengan HMC. Untuk menjangkau bagian peti kemas yang dekat dengan sisi dermaga, maka lengan HMC membentuk sudut yang kecil sehingga kapasitas angkat HMC menjadi besar. Tetapi sebaliknya, untuk menjangkau peti kemas pada posisi paling jauh dari dermaga, lengan HMC akan membentuk sudut yang besar sehingga kapasitas angkat akan berkurang. HMC dapat bergerak dengan menggunakan roda. Jumlah dan ukuran roda didesain sedemikian rupa, agar berat HMC dapat terdistribusi merata pada permukaan dermaga. Ketika bekerja, HMC bertumpu pada *working pad* sehingga lebih stabil dan aman.

Dalam melaksanakan kegiatan operasionalnya, terdapat 3 gerakan utama yang dilakukan oleh HMC. Gerakan ini adalah :

- *Hoisting*, , gerakan naik dan turunnya *spreader* saat dia mengambil , mengangkat dan meletakkan peti kemas.
- *Luffing*, merupakan gerakan dari lengan HMC untuk maju dan mundur menjangkau posisi peti kemas, hingga *outreach* maksimalnya.
- *Slewing* , merupakan gerakan rotasi dari HMC dengan tetap berada pada porosnya. Biasanya dilakukan ketika melakukan proses pemindahan peti kemas dari kapal ke truk.



Gambar 5.14 Gerakan dalam operasional HMC

Produktivitas HMC dan *STS Crane* secara umum dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.8 Produktivitas *STS Crane* dan HMC

Jenis Crane	Rata-Rata Produktivitas
<i>STS Crane</i>	<i>Low</i>
	20 - 25 moves/hour
	<i>Medium</i>
	25 - 30 moves/hour
<i>HMC</i>	<i>High</i>
	30 - 35 moves/hour
<i>HMC</i>	15 - 20 moves/hour

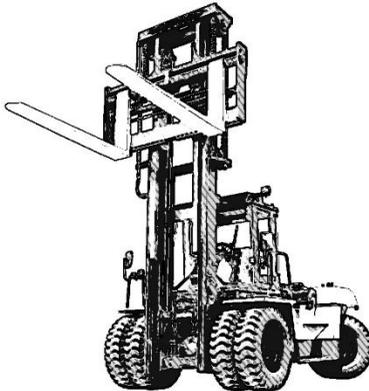
Sumber : *PIANC (2014b), Report no. 158*

B. Alat transfer horizontal (dermaga – lapangan penumpukan)

Terdapat beberapa peralatan yang dapat digunakan sebagai sarana transfer peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan. Pemilihan jenis peralatan ini tergantung dari besar kecilnya *throughput* muatan yang dilayani, dan pertimbangan kemudahan operasional dari operator terminal. Beberapa alat yang banyak digunakan antara lain adalah :

i. *Forklift*

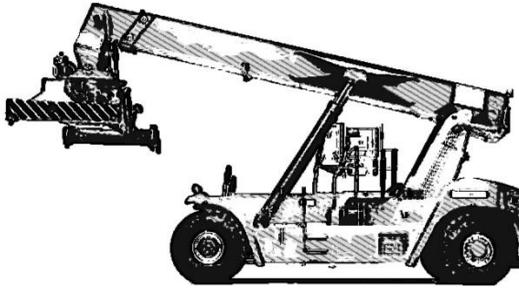
Forklift dapat digunakan sebagai alat untuk mengangkat peti kemas dan membawa ke lapangan penumpukan atau tempat lain. Sebagian besar *forklift* hanya dapat mengangkat peti kemas 20 feet dengan berat yang terbatas. Alat ini sesuai digunakan pada terminal peti kemas dengan *throughput* yang terbatas dan luas lahan yang cukup.



Gambar 5.15 Ilustrasi *Forklift* Peti kemas

ii. *Reach Stacker*

Reach Stacker (RS) merupakan alat yang beroperasi dengan roda seperti *forklift*, tetapi menggunakan *boom* dan *spreader* sebagai alat angkatnya. Dari satu sisi, RS mampu mencapai baris (row) ke dua dari tumpukan , sehingga secara total 4 baris (row) dapat dilayani. Tetapi alat ini membutuhkan ruangan yang relatif luas untuk beroperasi. Selain itu beban pada roda sangat besar, sehingga membutuhkan perkerasan yang kuat untuk beroperasi.



Gambar 5.16 Ilustrasi *Reach Stacker*

Secara umum beberapa petunjuk praktis berikut berlaku untuk RS :

1. 3 sampai 5 truk dan 2 RS dapat melayani satu *STS crane*. Kebutuhan jumlah truk tergantung dari jarak antara dermaga dengan lapangan penumpukan.
2. Kapasitas penyimpanan yang rendah, berkisar antara 500 TEU/ha, dengan tinggi tumpukan sekitar 4 tier.
3. Biasanya melayani *STS Crane* yang memiliki produktivitas rendah.
4. Padat karya, tetapi memiliki investasi dan biaya operasi yang relatif rendah.

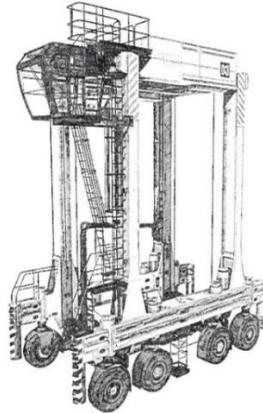
iii. *Straddle Carrier*

Straddle Carrier (SC) merupakan salah satu alat yang banyak dipergunakan pada terminal karena fleksibilitasnya. Area penumpukan untuk alat ini terdiri dari satu baris saja, dengan tinggi tumpukan 2 sampai 3 tumpuk peti kemas. Di kanan dan kiri disediakan jalur yang cukup lebarnya untuk kaki SC.

Secara umum beberapa petunjuk praktis berikut berlaku untuk SC :

1. 3 sampai 5 SC dapat melayani satu *STS crane*, tergantung dari jarak antara dermaga ke lapangan penumpukan.
2. Kecepatan bongkar muat SC umumnya 10 *moves/hour*.
3. Kapasitas penyimpanan berkisar antara 500 – 700 TEU/ ha dengan tinggi tumpukan 3 *tier*.

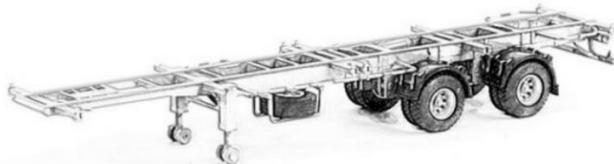
4. Biasanya melayani *STS Crane* yang memiliki produktivitas tinggi.
5. Padat karya dengan investasi dan biaya operasi yang relatif tinggi.
6. Sangat fleksibel, dapat dipindahkan antar blok atau antar terminal dengan mudah.



Gambar 5.17 Ilustrasi *Straddle Carrier*

iv. Chassis

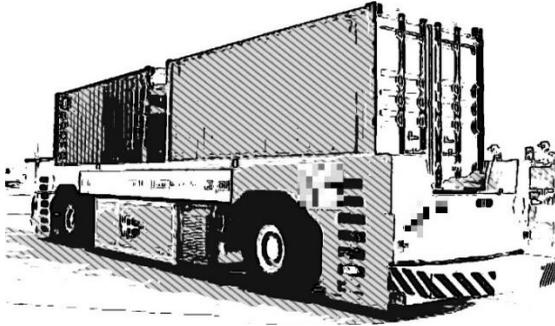
Chassis merupakan alat angkut peti kemas yang biasanya ditarik oleh *head truck* untuk dapat berpindah. Alat ini paling umum dipergunakan untuk pemindahan peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan, pada terminal peti kemas di Indonesia. Biasanya chassis mampu memuat satu peti kemas 40 feet atau 2 peti kemas 20 feet sekali angkut.



Gambar 5.18 Ilustrasi *Chassis*

v. *Automated Guided Vehicle*

Automated Guided Vehicle (AGV) memiliki prinsip kerja yang sama seperti *chassis*, tetapi alat ini beroperasi secara otomatis atau dapat juga dikendalikan dari jarak jauh. Sehingga alat ini tidak memerlukan sopir dan dapat mengurangi jumlah tenaga kerja. Dalam berjalan, AGV mengikuti jalur khusus yang dapat dikenali oleh sensor pada AGV, sehingga pergerakannya dapat tetap terkendali.



Gambar 5.19 Ilustrasi AGV

C. Alat bongkar muat di lapangan penumpukan

Alat bongkar muat yang paling sering digunakan di lapangan penumpukan peti kemas adalah :

- a. *Reach stacker dan forklift*
- b. *Straddle carrier*
- c. *Gantry Crane*
- d. Perpaduan antara ketiga sistem tersebut

RS , forklift dan SC telah dijelaskan pada sup bab sebelumnya. Berikut akan dijelaskan beberapa jenis *Gantry Crane* yang banyak digunakan pada terminal peti kemas :

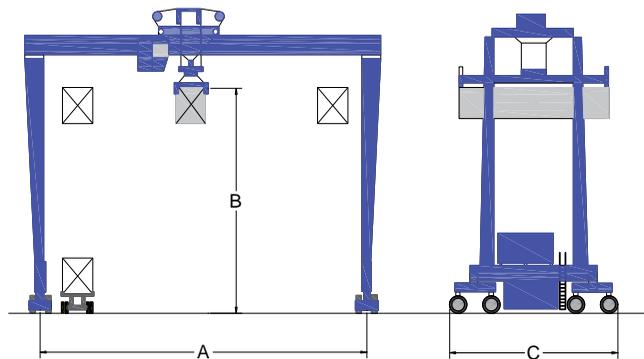
i. *Rubber Tyred Gantry Crane*

Rubber Tyred Gantry Crane (RTGC) adalah alat bongkar muat peti kemas pada lapangan penumpukan yang paling banyak digunakan pada terminal peti kemas di dunia. Penggunaan RTGC akan ekonomis jika digunakan pada terminal peti kemas

dengan *throughput* sekitar 200.000 teus/tahun atau lebih. Atau jika lahan yang tersedia sangat terbatas dan mahal, maka penggunaan RTG dapat menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan.

Secara umum beberapa petunjuk praktis berikut berlaku untuk RTGC :

1. 2 RTGC dan 3-5 truk dapat melayani satu *STS crane*, tergantung dari jarak antara dermaga ke lapangan penumpukan.
 2. Kapasitas penyimpanan berkisar antara 800 TEU/ ha dengan tinggi tumpukan 4 tier.
 3. Biasanya melayani *STS Crane* yang memiliki produktivitas tinggi.
 4. Padat karya dengan investasi dan biaya operasi yang sedang.
- Ilustrasi dari RTGC dan ukuran rata-rata yang banyak digunakan adalah :



Gambar 5.20 Ilustrasi RTGC

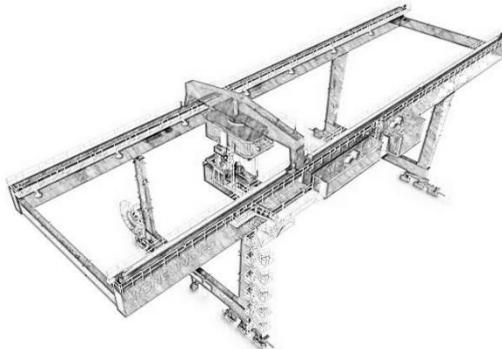
Tabel 5.9 Ukuran Utama RTGC

Nama	Ukuran
A. <i>Typical Gantry Span</i>	20.8 m for 5 wide + truck lane 23.6 m for 6 wide + truck lane 26.5 m for 7 wide + truck lane

B. <i>Lifting Height</i>	12.3 m for 1 over 3 15.2 m for 1 over 4 18.2 m for 1 over 5 21 m for 1 over 6
C. <i>Length over travel guards</i>	13.3 m for 4 wheels per corner 13.7 m for 2 wheels per corner

ii. *Rail Mounted Gantry Crane*

Rail Mounted Gantry Crane (RMGC) memiliki fungsi dan mekanisme yang hampir sama dengan RTGC. Perbedaannya terletak pada landasan tempat alat tersebut bekerja. RTGC memiliki roda karet dan berjalan pada perkerasan lapangan penumpukan sedangkan RMGC memiliki roda besi dan berjalan di atas rel. Ilustrasi dari RMGC dapat dilihat pada gambar.

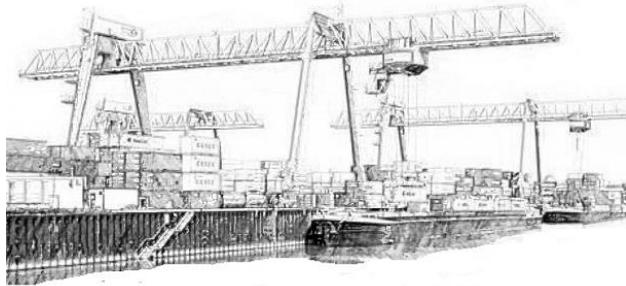


Gambar 5.21 Ilustrasi RMGC

iii. *Wide Span Gantry Crane*

Wide Span Gantry Crane (WSGC) merupakan *gantry crane* yang memiliki span (bentang) yang panjang, hingga 80 m dan lengan kantilever hingga 40m. WSGC banyak digunakan sebagai sarana bongkar muat peti kemas pada *inland*

waterways. WSGC dapat berfungsi ganda , yaitu alat untuk bongkar muat dari kapal ke dermaga dan sebagai alat bongkar muat pada lapangan penumpukan. Dimana pada bagian bawah dari bentang WSGC dapat digunakan sebagai tempat penumpukan peti kemas.

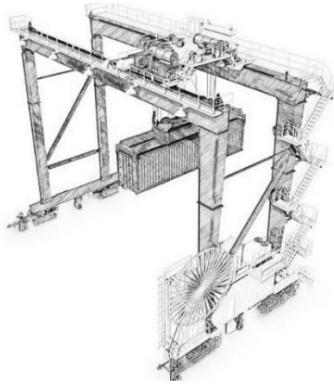


Gambar 5.22 Ilustrasi WSGC

iv. Automated Stacking Crane

Seiring perkembangan teknologi dan meningkatnya arus bongkar muat pada terminal peti kemas. Maka operator terminal dituntut untuk menggunakan alat yang memiliki produktivitas dan efisiensi yang tinggi. Selain itu alat juga harus ramah lingkungan dan tidak menghasilkan banyak polusi.

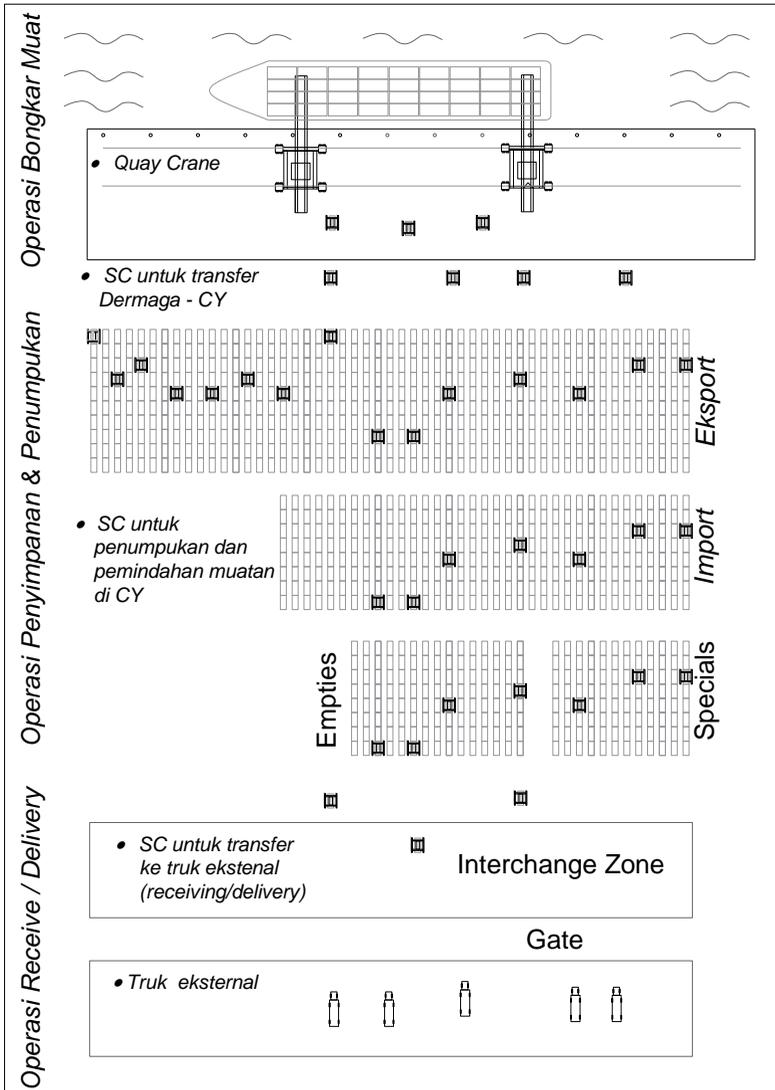
Automated Stacking Crane (ASC) kini telah banyak digunakan pada terminal peti kemas di dunia. ASC memiliki prinsip yang sama dengan RMGC. Perbedaannya terletak pada sistem otomatis yang ada pada ASC. ASC tidak memerlukan pengendalian operator secara langsung di lapangan. Hal ini dapat meningkatkan kecepatan bongkar muat dan kapasitas layanan alat. Meskipun biaya investasinya relatif tinggi, tetapi ASC memiliki banyak kelebihan seperti penurunan jumlah tenaga kerja dan meningkatnya keamanan dan keselamatan kerja pada lapangan penumpukan. Kelebihan lain yaitu ASC beroperasi dengan tenaga listrik, sehingga tidak menghasilkan polusi dan ramah lingkungan.



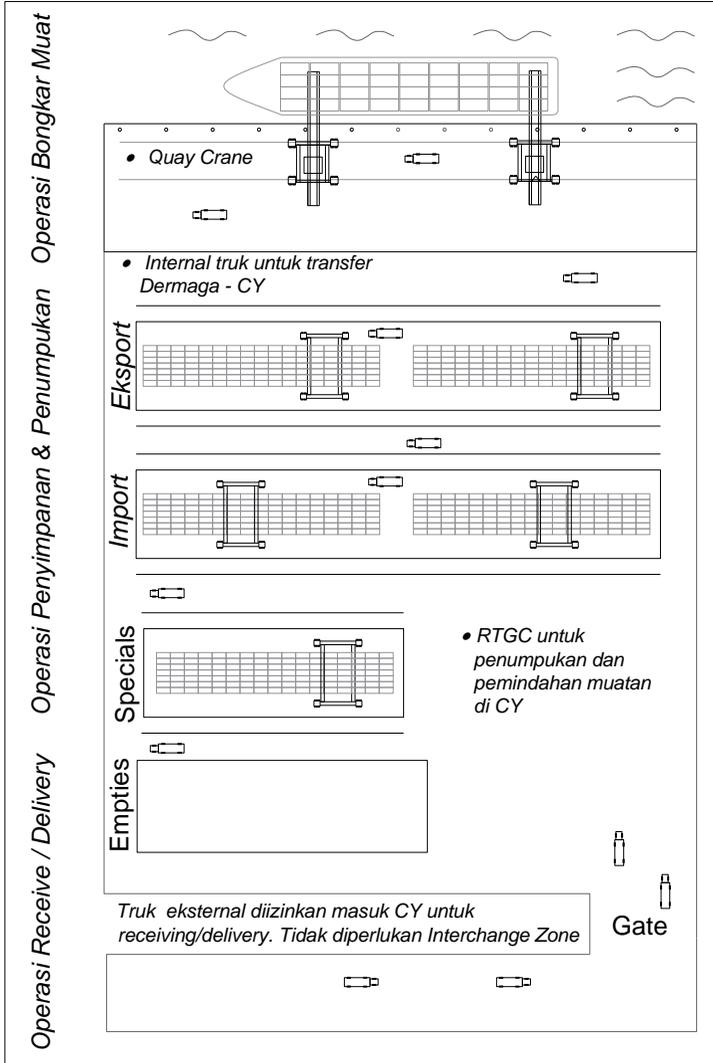
Gambar 5.23 Ilustrasi ASC

5.2.4 Model Tata Letak Terminal

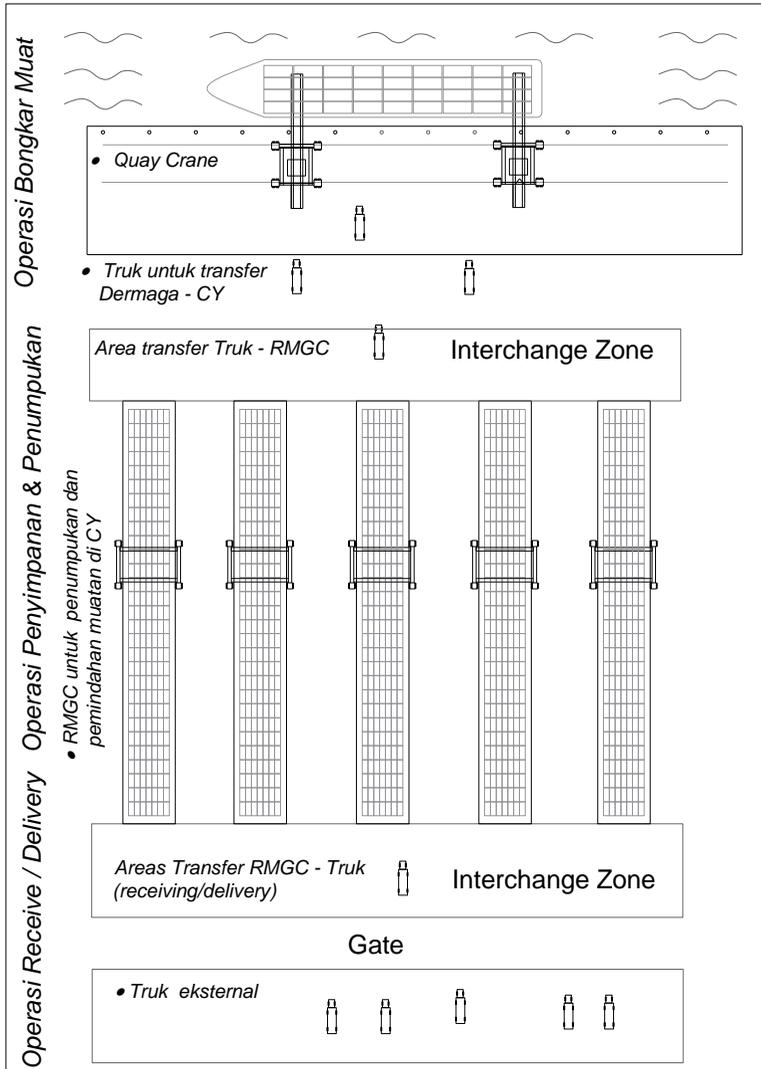
Pengembangan tata letak dan sistem operasional terminal sangat dipengaruhi oleh pemilihan alat penanganan muatan yang digunakan. Pemilihan jenis alat sangat tergantung dari target pelayanan, kapasitas yang diinginkan dan juga besarnya rencana investasi. Gambar 5.24 menunjukkan tata letak terminal peti kemas dengan menggunakan *Straddle Carrier* (SC) sebagai alat transfer peti kemas dari dermaga menuju lapangan penumpukan. Sesuai dengan pola kerja SC, maka susunan blok peti kemas berbentuk 1 baris tumpukan. Selain itu juga terdapat *interchange zone* yang merupakan tempat bertemunya truk dengan SC yang membawa muatan peti kemas. Pada tata letak ini, truk eksternal tidak diizinkan masuk ke area *Container Yard*. Gambar 5.25 merupakan tata letak terminal dengan menggunakan alat *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTGC). Jenis ini merupakan tata letak yang paling umum dipakai pada terminal peti kemas di Indonesia. Pada tata letak ini, truk eksternal boleh masuk ke area *Container Yard* untuk mengambil atau mengirim muatan peti kemas. Gambar 5.26 menunjukkan tata letak terminal dengan menggunakan alat *Rail Mounted Gantry Crane* (RMGC). Pada jenis tata letak ini, RMGC yang digunakan biasanya berteknologi otomatis atau tanpa ada operator di lapangan (*Automated Stacking Crane*). Jenis tata letak ini juga membutuhkan *interchange zone* yang merupakan tempat bertemunya truk dengan RMGC yang membawa muatan peti kemas. Pada tata letak ini, truk eksternal juga tidak diizinkan masuk ke area *Container Yard*



Gambar 5.24 Tata Letak Terminal dengan Alat *Straddle Carrier*



Gambar 5.25 Tata Letak Terminal dengan Alat Rubber Tyred Gantry Crane (RTGC)



Gambar 5.26 Tata Letak Terminal dengan Alat Rail Mounted Gantry Crane (RMGC)

5.3. PERHITUNGAN KEBUTUHAN FASILITAS

5.3.1 Umum

Perhitungan kebutuhan fasilitas merupakan dasar bagi perencanaan layout sebuah terminal peti kemas. Bentuk layout terminal peti kemas terutama ditentukan oleh pemilihan alat bongkar muat yang akan dipergunakan di lapangan penumpukan. Pemilihan alat tersebut akan mempengaruhi orientasi blok lapangan penumpukan beserta luas lahan yang dibutuhkan. Dalam perencanaan layout terminal peti kemas, berikut beberapa hal yang harus dihitung dan ditentukan:

- Panjang dermaga dan jumlah crane yang dibutuhkan
- Area Apron
- Area Penumpukan
- Bangunan penunjang (CFS, Kantor , Gate ,dll)

Perhitungan dimensi fasilitas terminal merupakan fungsi dari arus peti kemas tahunan yang dilayani oleh terminal tersebut. Semakin besar arus peti kemas yang dilayani maka semakin besar pula kebutuhan luas terminal tersebut.

Dalam penentuan kebutuhan fasilitas, perlu diketahui perbandingan antara jumlah peti kemas 20 feet dan 40 feet. Hal ini diperlukan karena produktivitas alat bongkar muat memiliki satuan *moves/hour* sedangkan dalam perhitungan kebutuhan fasilitas, satuan yang digunakan dalam TEUs. Perbandingan jumlah peti kemas 20 feet dan 40 feet biasa disebut *TEU-factor*, dimana besarnya berbeda-beda untuk tiap terminal, tergantung dari data statistik muatan yang ada.

$$TEUs\ Factor = f_{TEU} = \frac{N_{20'} + 2 \cdot N_{40'}}{N_{20'} + N_{40'}}$$

dimana : $N_{20'}$ = Jumlah peti kemas 20 feet

$N_{40'}$ = Jumlah peti kemas 40 feet

Tahap awal perencanaan dilakukan dengan perhitungan sederhana. Pada tahap selanjutnya, umumnya dilakukan optimasi dengan simulasi terhadap keseluruhan proses pada terminal. Termasuk simulasi kedatangan kapal dan pelayanan crane pada terminal tersebut.

5.3.2 Kebutuhan Panjang Dermaga

Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan panjang dermaga. Tetapi pada prinsipnya, cara perhitungan tersebut merupakan fungsi dari kapasitas bongkar muat dari sebuah dermaga dengan rencana arus peti kemas per tahun yang akan dilayani oleh terminal tersebut. Pada buku ini akan dijelaskan 2 cara perhitungan yang banyak digunakan, dimana kedua cara tersebut menggunakan pendekatan yang berbeda.

A. Metode Pertama

Secara garis besar, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jumlah tambatan dan dilanjutkan dengan penentuan panjang dermaga. Kebutuhan jumlah tambatan dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

$$n = \frac{Q_a}{Q_c \cdot f_{TEU} \cdot N_{CB} \cdot W_{HD} \cdot W_{DY} \cdot U_B}$$

dimana :

n	: jumlah tambatan (<i>berth</i>)	(-)
Q _a	: total rencana <i>throughput</i> per tahun	(TEUs / year)
Q _c	: produktivitas satu alat bongkar muat	(Boxes/hour)
f _{TEU}	: TEUs faktor	(-)
N _{CB}	: Jumlah alat bongkar muat per tambatan	(-)
W _{HD}	: Jumlah jam kerja dalam 1 hari	(hour/day)
W _{DY}	: Jumlah hari kerja dalam 1 tahun	(day/year)
U _B	: <i>Berth Occupancy Ratio</i> (BOR)	(%)

Q_a merupakan jumlah TEU yang keluar masuk terminal peti kemas dari kapal laut dalam satu tahun, termasuk juga peti kemas kosong. Nilai Q_a ini sering kali merupakan prediksi dari arus muatan yang diharapkan akan dilayani oleh sebuah terminal peti kemas. Nilai ini biasanya diproyeksikan dalam jangka waktu tertentu, sesuai dengan rencana pengembangan terminal yang diharapkan.

Q_c merupakan rata – rata produktivitas dari sebuah *crane* dalam melakukan kegiatan bongkar muat per jam. Nilai ini didapatkan dari perhitungan jumlah peti kemas yang dipindahkan dari dermaga ke kapal atau sebaliknya selama periode waktu sandar kapal (*berthing time*). Periode

waktu sandar ini (*berthing time*), sudah termasuk dengan waktu yang tidak produktif seperti waktu yang dibutuhkan untuk reposisi *crane*, buka tutup palka kapal, pergantian shift operator atau perbaikan ringan pada *crane*. Dari aktivitas selama periode ini, kemudian diketahui rata-rata produktivitas crane per jam.

Jumlah dari alat bongkar muat dalam satu tambatan (N_{CB}) tergantung dari beberapa faktor, antara lain adalah :

- Jenis dan rata-rata ukuran kapal yang dilayani
- Jumlah tambatan yang direncanakan
- Jumlah maksimum crane yang dapat beroperasi pada satu kapal

Kebutuhan jumlah tambatan pada sebuah dermaga tergantung dari nilai *Berth Occupancy Ratio (BOR)*. Karena frekuensi kedatangan kapal ke pelabuhan biasanya merupakan proses stokastik. Maka dalam perhitungan kebutuhan jumlah tambatan, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kedatangan kapal, seperti saat puncak kedatangan atau pola waktu kedatangan. Untuk mengakomodasi faktor acak tersebut, maka nilai *BOR* untuk tiap jumlah tambatan telah disimulasikan oleh para ahli, sehingga pengaruh faktor-faktor tersebut tidak menyebabkan antrean yang berlebih pada pelabuhan (Tabel 4.2)

Setelah diketahui berapa kebutuhan tambatan untuk sebuah terminal, maka dapat ditentukan kebutuhan panjang dermaga. Untuk dermaga dengan satu tambatan kapal, panjang dermaga ditentukan berdasarkan panjang kapal terbesar yang sering bersandar di dermaga, ditambah dengan panjang jagaan di sisi haluan dan buritan kapal sebagai tempat *mooring lines*.

Sedangkan untuk jumlah tambatan lebih dari satu, panjang dermaga dihitung berdasarkan panjang rata-rata kapal yang bersandar, ditambah dengan panjang jagaan dan dikalikan faktor 1.1. Faktor 1,1 merupakan hasil studi dari UNCTAD, dimana faktor tersebut digunakan untuk mengakomodasi kejadian yang tidak terduga. Seperti ketika ada lebih dari satu kapal di atas rata-rata yang bersandar bersamaan pada dermaga. Sehingga jika hal tersebut terjadi, diharapkan tidak akan terjadi antrean pada terminal tersebut.

- Untuk $n = 1 \rightarrow L = L_{oa\ max} + 2.15$
- Untuk $n > 1 \rightarrow L = 1,1 \cdot n \cdot (L_{oa\ rata2} + 15) + 15$

Contoh perhitungan metode 1 :

Sebuah terminal peti kemas direncanakan akan mampu melayani arus peti kemas sebesar 900.000 *TEUs/year*. Alat yang akan dipergunakan adalah *STS Crane* dengan perkiraan produktivitas bongkar muatnya adalah sebesar 25 *moves/hour*. Rata-rata panjang kapal yang akan dilayani adalah kapal peti kemas dengan LOA 170 m. Dari hasil statistik yang ada, diketahui perbandingan antara peti kemas 20 feet dan 40 feet, $f_{TEU} = 1,1$. Untuk memenuhi target produktivitas terminal, maka jam operasi per hari dibuat 24 jam dan setahun memiliki 365 hari kerja.

Kebutuhan panjang dermaga yang dibutuhkan untuk melayani arus muatan rencana tersebut adalah :

$$n = \frac{900.000}{25.1,1.1.24.365.0,7} = 5,3 \rightarrow 6 \text{ buah tambatan}$$

Panjang dermaga dapat dihitung dengan :

$$L = 1,1 \cdot 6 \cdot (170 + 15) + 15 = 1.236 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan kebutuhan tambatan adalah 6, sehingga total panjang dermaga yang harus disediakan adalah 1.236 m. Hasil ini didapatkan dengan asumsi satu kapal dilayani oleh satu *STS Crane*, sehingga dibutuhkan total 6 *STS Crane*.

Hasil ini perlu di analisa lebih lanjut, terutama dari segi keekonomisan pembangunan dermaga dibandingkan dengan penambahan alat bongkar muat. Dalam kasus lain dimana lahan pembangunan dermaga sangat terbatas, maka jumlah alat bongkar muat per tambatan dapat ditambah untuk mengurangi kebutuhan panjang dermaga. Seperti contoh berikut dimana jumlah alat diubah menjadi 2 *Crane* per tambatan.

$$n = \frac{900.000}{25.1,1.2.24.365.0,6} = 3,11 \rightarrow 4 \text{ buah tambatan}$$

Panjang dermaga dapat dihitung dengan :

$$L = 1,1 \cdot 4 \cdot (170 + 15) + 15 = 829 \text{ m}$$

Dengan penambahan *STS Crane* menjadi 2 buah per tambatan, maka panjang total dermaga dapat dikurangi menjadi 829 m. Tetapi dengan konsekuensi penambahan *STS crane* menjadi 8 buah.

B. Metode Kedua

Selain metode pertama dimana arus barang dihitung sebagai total *throughput* dalam satu tahun, terdapat metode kedua dimana arus barang yang dilayani dihitung sebagai fungsi dari kedatangan kapal (*Shipcall*) dan volume bongkar muat tiap kedatangan kapal. Berikut merupakan penjelasan tentang metode kedua.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari besarnya bongkar muat peti kemas yang dilayani oleh satu tambatan per Minggu. Untuk mengakomodasi kemungkinan kedatangan kapal yang bersifat stokastik, maka disarankan untuk menambahkan faktor puncak (*Peak factor*) pada perhitungan proyeksi kedatangan kapal per Minggu.

$$Q_{BOX} = \frac{Q_A \cdot P}{W_W \cdot f_{TEU}}$$

dimana :

Q_{BOX} : Arus bongkar muat peti kemas per minggu (*boxes/week*)

Q_A : total rencana *throughput* per tahun (*TEUs / year*)

P : faktor puncak tiap minggu, dapat diambil 1,1 s/d 1,3

f_{TEU} : *TEUs* faktor

W_W : Jumlah Minggu kerja dalam 1 tahun (*weeks/year*)

Langkah selanjutnya adalah menghitung berapa jumlah kedatangan kapal peti kemas (*shipcall*) yang dilayani oleh satu tambatan dalam satu Minggu.

$$S_{NW} = \frac{Q_{BOX}}{S_{BM}}$$

dimana :

S_{NW} : Jumlah kapal peti kemas yang bersandar per Minggu

Q_{BOX} : Jumlah bongkar muat peti kemas dalam seminggu (*boxes*)

S_{BM} : Jumlah bongkar muat peti kemas pada satu kapal (*boxes*)

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *working time* dari crane untuk melayani bongkar muat satu kapal peti kemas. Atau dapat juga diartikan sebagai *berthing time* dari sebuah kapal peti kemas.

$$T_{WC} = \frac{S_{BM}}{N_{CB} \cdot Q_C \cdot F_{WT} \cdot F_{WC}}$$

dimana :

T_{WC} : *crane working time* dalam melayani satu kapal (*hour*)

S_{BM} : Jumlah bongkar muat peti kemas pada satu kapal (*boxes*)

Q_C : produktivitas satu alat bongkar muat (*Boxes/hour*)

N_{CB} : Jumlah alat bongkar muat per tambatan

F_{WT} : Faktor yang memperhitungkan *idle time* saat operasional bongkar muat oleh crane , dapat diambil bervariasi antara 0.8 s/d 0.9

F_{WC} : Faktor yang memperhitungkan *not operation time* saat kapal dalam proses *berthing* dan *unberthing*, dapat diambil bervariasi antara 0.7 s/d 0.9

Crane working time dalam satu Minggu bisa didapatkan dengan cara :

$$G_{STS} = T_{WC} \times S_{NW}$$

dimana :

G_{STS} : *crane working time* dalam satu Minggu

T_{WC} : *berthing time* dari sebuah kapal peti kemas (*hour*)

S_{NW} : Jumlah kapal peti kemas yang bersandar per Minggu

Setelah itu dilakukan perhitungan *BOR* untuk memeriksa apakah dengan jumlah crane , tambatan dan asumsi lain yang diberikan telah dapat memberikan nilai *BOR* yang memenuhi syarat atau rekomendasi *BOR* (Tabel 4.2)

$$BOR (\%) : \frac{G_{STS}}{B_N \times W_{DW} \times W_{HD}} \times 100$$

dimana :

G_{STS} : *crane working time* dalam satu Minggu

B_N : jumlah tambatan (*berth*)

W_{DW} : Jumlah hari kerja per minggu

W_{HD} : Jumlah jam kerja per hari

Contoh perhitungan metode 2 :

Sebuah terminal peti kemas direncanakan akan mampu melayani arus peti kemas sebesar 300.000 *TEUs/year*. Alat yang akan dipergunakan adalah *STS Crane* dengan perkiraan produktivitas bongkar muatnya adalah sebesar 25 *moves/hour*. Rata-rata panjang kapal yang akan dilayani adalah kapal peti kemas 20.000 DWT dengan LOA 170 m. Dari hasil statistik yang ada, diketahui perbandingan antara peti kemas 20 feet dan 40 feet, $f_{TEU} = 1,2$. Untuk memenuhi target produktivitas terminal, maka durasi operasi terminal adalah 50 minggu per tahun.

Langkah pertama adalah mencari jumlah arus bongkar muat peti kemas dalam satu Minggu. Dimana dalam perhitungan ini digunakan faktor puncak sebesar 1,1.

$$Q_{BOX} = \frac{300.000 \times 1,1}{50 \times 1,2} = 5.500 \text{ box/minggu}$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung berapa jumlah kedatangan kapal peti kemas (*shipcall*) yang dilayani per Minggu. Dengan asumsi bahwa kapal 20.000 DWT memiliki rata-rata aktivitas bongkar muat sebesar 2000 TEUs. Angka ini dibagi dengan $f_{TEU} = 1,2$, sehingga menjadi 1666 box per kapal.

$$S_{NW} = \frac{5.500}{1666} = 3,3 \text{ ship/week}$$

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *working time* dari crane untuk melayani bongkar muat satu kapal peti kemas. Dengan asumsi tiap kapal dilayani oleh 2 crane. Sedangkan faktor $F_{WT} = 0,9$ dan $F_{WC} = 0,9$.

$$T_{WC} = \frac{1666}{2 \cdot 25 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 41,1 \text{ hour}$$

Crane working time dalam satu Minggu bisa didapatkan dengan cara :

$$G_{STS} = 41,1 \times 3,3 = 135,63 \text{ hour/week}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan *BOR* 1 minggu dengan asumsi awal jumlah tambatan adalah 1 buah.

$$BOR (\%) : \frac{135,63}{1 \times 7 \times 24} \times 100 = 80\%$$

Dari hasil simulasi *BOR* didapatkan nilai *BOR* jauh diatas nilai rekomendasi *BOR* maksimum yang disarankan. Sehingga dicoba menambah jumlah tambatan menjadi 2 buah, nilai *BOR* menjadi :

$$BOR (\%) : \frac{135,63}{2 \times 7 \times 24} \times 100 = 40\%$$

Nilai *BOR* untuk 2 tambatan ini (40 %) dapat diterima, karena masih dibawah batas *BOR* maksimum yang direkomendasikan untuk 2 tambatan yaitu 50%. Sehingga untuk melayani muatan 300.000 *TEUs/year* dibutuhkan 2 buah tambatan. Adapun panjang dermaga yang dibutuhkan adalah : $L = 1,1 \times 2 \times (170 + 15) + 15 = 422 \text{ m}$

5.3.3 Kebutuhan Area Apron

Apron area merupakan sisi lebar dermaga yang digunakan sebagai tempat pelaksanaan bongkar muat. Lebar yang dibutuhkan sebuah dermaga untuk melayani bongkar muat tergantung dari beberapa faktor berikut:

- i. Jalur layan selebar 3-5 m dari muka dermaga sampai ke rel crane. Jalur ini merupakan akses bagi kru kapal untuk melakukan kegiatan perbekalan dan perawatan kapal jika diperlukan. Jalur ini juga berfungsi memberikan jarak aman bagi crane, agar tidak bersentuhan dengan sisi kapal, saat kapal bersandar dengan sudut tertentu.
- ii. Jarak kaki crane selebar 15-35m, jarak ini tergantung dari spesifikasi crane yang dipergunakan. Jarak ini merupakan lebar antar rel depan dan rel belakang STS Crane. Lebar kaki crane, tergantung dari perhitungan stabilitas crane dan kebutuhan jalur truk peti kemas yang beroperasi di bawahnya.
- iii. Lokasi di belakang rel crane, lokasi ini dipergunakan sebagai tempat untuk meletakkan palka kapal peti kemas atau peletakan sementara beberapa peti kemas yang perlu penanganan khusus. Lebar jalur ini tergantung dari dimensi palka dari kapal yang bersandar
- iv. Jalur lalu lintas , jalur ini digunakan sebagai akses dan manuver alat transfer peti kemas dari dermaga ke lapangan

penumpukan. Lebar Jalur ini tergantung dari alat transfer yang digunakan, dapat berupa truk peti kemas, AGV atau SC.

5.3.4 Lapangan Penumpukan

Kebutuhan lapangan penumpukan didasarkan pada arus muatan peti kemas yang dilayani oleh sebuah terminal. Susunan lapangan penumpukan biasanya dibedakan menjadi beberapa area seperti area ekspor, impor, peti kemas kosong, peti kemas reefer dan *hazardous cargo*. Kebutuhan luas lapangan penumpukan terutama tergantung dari alat yang digunakan dan lamanya *dweeling time* dari peti kemas. Berikut merupakan metode untuk menentukan kebutuhan luas lapangan penumpukan.

$$A_{CY} = \frac{Q_{CY} \cdot T_{dw} \cdot A_{TEU}}{H \cdot 365 \cdot m}$$

dimana :

A_{CY} : Kebutuhan luas lapangan penumpukan (m^2)

Q_{CY} : Arus bongkar muat peti kemas per tahun yang melalui lapangan penumpukan (*TEUs/year*)

T_{dw} : *Dweeling Time* rata-rata (days)

A_{TEU} : luas penumpukan yang dibutuhkan per TEU, termasuk jalur alat bongkar muat (m^2)

H : rasio tinggi rata-rata / tinggi rencana tumpukan peti kemas (0.5 s/d 0.9)

m : *yard occupancy ratio* yang dapat diterima (0.65 s/d 0.7)

Dweeling time rata-rata (T_{dw}) sebaiknya dihitung terpisah untuk peti kemas ekspor, impor dan peti kemas kosong. Hal ini dikarenakan lama *dweeling time* untuk ketiga jenis muatan ini berbeda. Untuk peti kemas ekspor, lama *dweeling time* rata-rata mencapai 3 – 5 hari sedangkan untuk peti kemas impor berkisar antara 4 – 7 hari. Sedangkan untuk peti kemas kosong, waktu penumpukan biasanya lebih lama dari muatan impor dan ekspor.

Luas penumpukan yang dibutuhkan per TEU (A_{TEU}) bergantung dari beberapa faktor seperti alat bongkar muat yang digunakan, tinggi tumpukan peti kemas dan konfigurasi tumpukan peti kemas (panjang dan lebar penumpukan). Rekomendasi perkiraan luas penumpukan yang dibutuhkan per TEU (A_{TEU}) yang sudah memperhitungkan jalan akses, ruang manuver dll, ada pada tabel berikut.

Tabel 5.10 Perkiraan nilai A_{TEU} (m^2/TEU)

Alat bongkar muat	Tinggi tumpukan	Jumlah baris peti kemas (lebar)				
		1	2	5	7	9
Reach Stacker	1	72	72			
	2		36			
	3		24			
	4		18			
Straddle carrier	1 Over 1	30				
	1 Over 2	16				
	1 Over 3	12				
RTGC	1 Over 2			21	18	15
	1 Over 3			14	12	10
	1 Over 4			11	9	8
	1 Over 5			8	7	6

Sumber : *Thoresen (2014)*

Rasio tinggi rata-rata / tinggi rencana tumpukan peti kemas (H) merupakan faktor yang mengakomodasi ketidakpastian posisi peti kemas yang diambil terlebih dahulu dan posisi peti kemas yang perlu dilakukan reposisi. Nilai H yang lebih presisi bisa didapatkan dengan simulasi.

Yard occupancy ratio yang dapat diterima (m) diperlukan untuk mengakomodasi sifat stokastik dari kedatangan peti kemas. Dimana jumlah peti kemas yang dibawa tiap kapal dapat selalu berubah. Demikian juga dengan jumlah kedatangan kapal ke terminal tiap waktu.

Untuk kebutuhan perencanaan layout lapangan penumpukan secara lebih detail, diperlukan perhitungan jumlah *ground slot*. Jumlah *ground slot* dapat digunakan sebagai acuan pembagian jumlah dan posisi blok peti kemas. Kebutuhan jumlah ground slot dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$N_{GS} = \frac{Q_{CY} \cdot T_{dw}}{H \cdot 365 \cdot m \cdot H_{max}}$$

dimana :

N_{GS} : jumlah Ground Slot yang dibutuhkan

Q_{cy} : Arus bongkar muat peti kemas per tahun yang melalui lapangan penumpukan ($TEUs/year$)

T_{dw} : *Dweeling Time* rata-rata (days)

- H : rasio tinggi rata-rata / tinggi rencana tumpukan peti kemas
(0.5 s/d 0.9)
- m : *yard occupancy ratio* yang dapat diterima (0.65 s/d 0.7)
- H_{max} : Tinggi tumpukan maksimum yang direncanakan

Contoh soal :

Sebuah terminal peti kemas direncanakan menangani muatan 200.000 TEUs/year, dengan detail muatan sebagai berikut

- 100.000 TEUs/year untuk peti kemas ekspor
- 75.000 TEUs/year untuk peti kemas impor
- 25.000 TEUs/year untuk peti kemas kosong

Terminal tersebut memiliki *dwellling time* untuk peti kemas ekspor selama 3 hari, untuk peti kemas impor selama 5 hari dan peti kemas kosong selama 8 hari. Alat yang akan digunakan adalah RTGC , dengan rencana tinggi tumpukan adalah 4 *tier* peti kemas dan lebar 5 peti kemas.

Kebutuhan luasan lapangan penumpukan untuk tiap jenis peti kemas tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$A_{CY \text{ ekspor}} = \frac{100.000 \cdot 3 \cdot 14}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65} = 22.128 \rightarrow 22.400 \text{ m}^2$$

$$A_{CY \text{ impor}} = \frac{75.000 \cdot 5 \cdot 14}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65} = 27.660 \rightarrow 28.000 \text{ m}^2$$

$$A_{CY \text{ kosong}} = \frac{25.000 \cdot 8 \cdot 14}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65} = 14.752 \rightarrow 14.800 \text{ m}^2$$

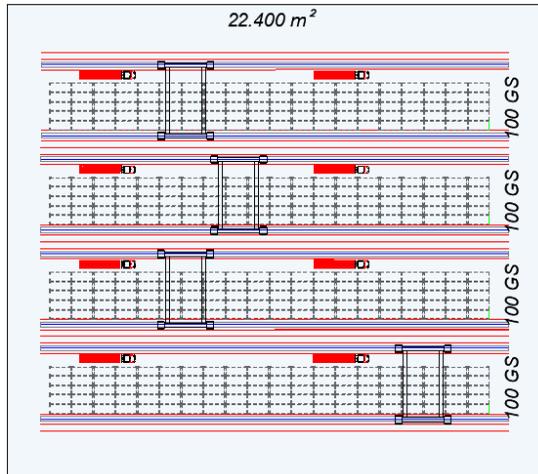
Kebutuhan *ground slot* dari masing-masing lapangan penumpukan dapat dihitung sebagai berikut:

$$N_{GS \text{ ekspor}} = \frac{100.000 \cdot 3}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 4} = 395 \rightarrow 400 \text{ GS}$$

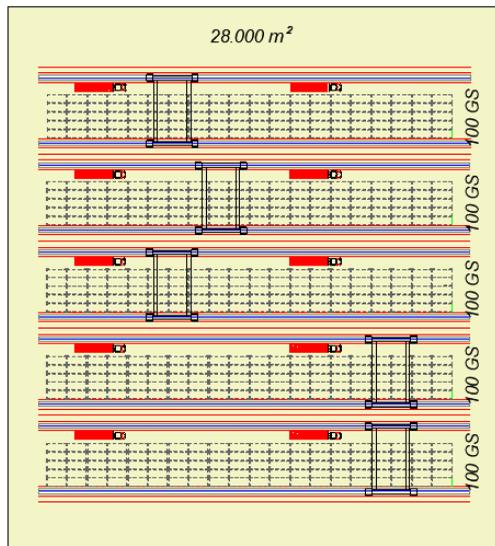
$$N_{GS \text{ impor}} = \frac{75.000 \cdot 5}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 4} = 493 \rightarrow 500 \text{ GS}$$

$$N_{GS \text{ kosong}} = \frac{25.000 \cdot 8}{0,8 \cdot 365 \cdot 0,65 \cdot 4} = 263 \rightarrow 300 \text{ GS}$$

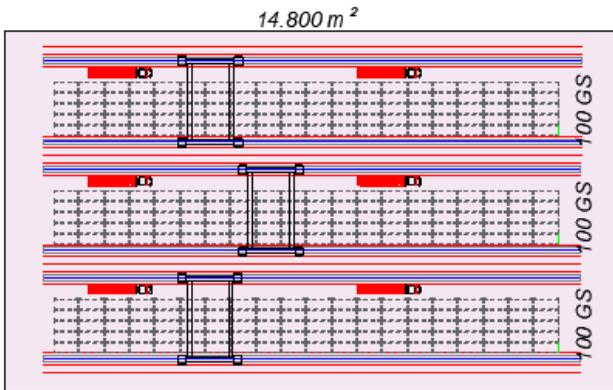
Hasil perhitungan tersebut dapat digambarkan dalam bentuk layout sebagai berikut :



Gambar 5.27 Ilustrasi *Layout* Lapangan Penumpukan Peti kemas Ekspor



Gambar 5.28 Ilustrasi *Layout* Lapangan Penumpukan Peti kemas Import



Gambar 5.29 Ilustrasi *Layout* Lapangan Penumpukan Peti kemas Kosong

5.3.5 CFS (*Container Freight Station*)

Kebutuhan luas *Container Freight Station* (CFS) sangat tergantung dari banyaknya peti kemas LCL yang harus dilayani. Kebutuhan luas CFS dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A_{CFS} = \frac{Q_{CFS} \cdot T_{dw} \cdot V \cdot f_{area} \cdot f_{bulk}}{Hc \cdot 365 \cdot m}$$

dimana :

A_{cy} : Kebutuhan luas CFS (m^2)

Q_{cy} : Arus bongkar muat peti kemas per tahun yang melalui CFS biasa disebut LCL (*Less Container Load*) ($TEUs/year$)

T_{dw} : *Dweeling Time* rata-rata (*days*)

f_{area} : Rasio luas total dibagi luas untuk penumpukan barang. (Luas total adalah luas yang sudah memperhitungkan jalur akses di dalam CFS) → dapat diambil 1,4

f_{bulk} : faktor barang khusus (memperhitungkan luasan untuk barang yang perlu penanganan khusus) → dapat diambil 1,1 s/d 1,2

Hc : tinggi rata-rata tumpukan barang dalam CFS (m)

m : *occupancy ratio* yang dapat diterima (0.6 s/d 0.7)

BAB 6 TERMINAL GENERAL CARGO & MULTIPURPOSE

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Operasional Terminal
- ✓ Terminal *General Cargo*
- ✓ Terminal *Multipurpose*

6.1. PENDAHULUAN

6.1.1. Umum

Terminal *General Cargo* merupakan terminal yang melayani kegiatan bongkar muat barang dalam berbagai macam kemasan (karung, drum, rol, dll). Dalam perkembangan jenis muatan, peti kemas telah berkembang sangat pesat dan menjadi kemasan utama bagi pengiriman barang. Tetapi Terminal *General Cargo* tetap dibutuhkan keberadaannya, terutama untuk mengakomodasi muatan – muatan khusus seperti hasil hutan, produk baja dan hasil pertanian dalam kemasan. Selain itu Terminal *General Cargo* juga dibutuhkan pada daerah dengan arus peti kemas yang kecil, sehingga tidak menguntungkan jika dibangun Terminal Peti kemas.

6.1.2. Jenis Kemasan *General Cargo*

Muatan *general cargo* dikirim dengan menggunakan berbagai macam kemasan. Beberapa Terminal *General Cargo* mampu melayani berbagai jenis muatan ini, tetapi ada juga terminal yang khusus melayani muatan tertentu. Beberapa contoh jenis muatan *general cargo* beserta kemasan yang dipakai.

a. Karung (*Bag*)

Kemasan ini berupa kantong yang terbuat dari berbagai macam bahan seperti plastik, kertas, polypropylene, dll. Kemasan ini memiliki berbagai macam ukuran tergantung dari kuantitas barang yang akan dikirim. Dalam penyimpanan dan pengiriman, kemasan ini harus dijauhkan dari benda tajam dan dilindungi dari kontak dengan air secara

langsung. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain adalah gula, semen , kopi , beras dan biji-bijian hasil pertanian lainnya.



Gambar 6.1 Contoh Kemasan Karung

b. *Bale*

Kemasan ini berupa pembungkus besar yang terbuat dari *gunny bag* atau polypropylene yang kemudian diikat dengan pengikat metal atau plastik. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain adalah karpet, kapas, karet ,kulit , tembakau dll.



Gambar 6.2 Contoh Kemasan *Bale*

c. Karton

Kemasan ini berupa kotak yang terbuat dari kertas karton atau *corrugated paper*. Dalam penyimpanan dan pengiriman, kemasan ini harus dijauhkan dari benda tajam dan dilindungi dari kontak dengan air secara langsung. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain adalah sepatu, pakaian, barang elektronik dll.



Gambar 6.3 Contoh Kemasan Karton

d. *Crate*

Kemasan ini berupa kotak yang terbuat dari rangka kayu. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain adalah barang *sanitary* , mobil, keramik/marmer, mesin dll



Gambar 6.4 Contoh Kemasan *Crate*

e. *Drum*

Kemasan ini berbentuk tabung yang terbuat dari bahan logam ataupun plastik dengan ukuran yang berbeda tergantung volume dari barang yang dikemas. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain: Bahan kimia, Oli, dll.



Gambar 6.5 Contoh Kemasan *Drum*

f. *Rolls*

Kemasan ini berbentuk silinder yang terbuat dari bahan logam plastik, karton atau kayu dengan ukuran yang berbeda beda. Beberapa bahan yang dikirim dengan kemasan ini antara lain benang, kertas, kawat, baja dan kabel.



Gambar 6.6 Contoh Kemasan *Rolls*

g. *Loose Cargo / Pieces*

Jenis ini merupakan barang –barang yang disimpan secara tersendiri dan tidak menggunakan jenis kemasan yang khusus. Beberapa bahan yang dikirim dengan bentuk ini antara lain lembaran plat baja, tiang pancang, kayu gelondongan dll.



Gambar 6.7 Contoh Kemasan *Loose cargo/pieces*

h. Unit Load Concept (ULC)

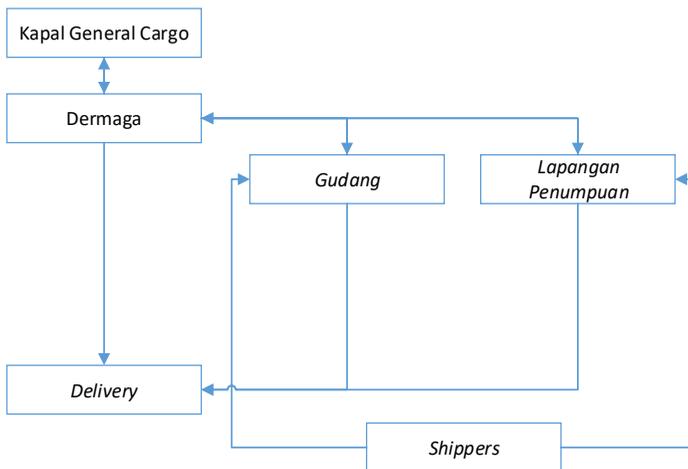
ULC adalah proses pengangkutan muatan dengan cara mengikat beberapa kemasan menjadi satu unit, yang dapat ditangani dengan alat angkut muatan konvensional, misal crane darat, dan *forklift*. Contoh dari penerapan ULC adalah *Palletized Cargo* (muatan dengan palet), *Pre-slung cargo*, *Pre-strapped cargo* (beberapa drum yang diikat jadi satu diatas palet), *Shrink wrapping* dari muatan (mengemas palet muatan dengan *plastic foil*).



Gambar 6.8 Contoh Kemasan ULC

6.2. OPERASIONAL TERMINAL

Secara umum, alur bongkar muat barang dalam terminal *general cargo* dapat dilihat pada Gambar 6.9. Setelah barang dibongkar dari kapal, terdapat beberapa pilihan untuk penanganan muatan. Muatan yang dibongkar dapat langsung dimuat pada truk untuk kemudian dikirimkan pada pemilik barang. Cara pengiriman langsung (*direct delivery*) ini sering digunakan jika muatan yang dibongkar tidak banyak, sehingga tidak akan menimbulkan antrean truk ketika proses berlangsung. Akan tetapi, jika barang yang dibongkar berjumlah banyak, maka barang tersebut akan dipindahkan terlebih dahulu ke lapangan penumpukan sementara, untuk kemudian diangkut oleh truk untuk dikirim kepada pemilik barang. Untuk barang – barang tertentu yang memerlukan penyimpanan sementara di area pelabuhan, biasanya telah disediakan lapangan penumpukan terbuka atau gudang yang tertutup untuk penyimpanan barang.



Gambar 6.9 Alur Bongkar Muat Terminal *General Cargo*

a. Pada Dermaga

Dalam operasional bongkar muat di Terminal *General Cargo*, pada umumnya crane kapal masih digunakan sebagai alat bongkar muat utama. Penggunaan *jib crane* atau *luffing crane* tidak banyak dipergunakan lagi karena produktivitas yang rendah dan

membutuhkan dermaga yang lebih kuat. Penggunaan *Mobile crane* dengan roda karet sering kali dipergunakan pada saat mengangkat muatan yang berat seperti peti kemas atau muatan dari bahan baja.

Bantuan tenaga kerja bongkar muat diperlukan baik pada kapal maupun pada dermaga saat proses bongkar muat berlangsung. Mereka bertugas memasang kait atau melepas saat bongkar muat berlangsung, mereka juga membantu meletakkan muatan pada jaring yang digunakan sebagai alat bantu bongkar muat. Tenaga kerja bongkar muat ini tergabung dalam 1 Gang , dimana dalam satu gang terdiri dari 7 – 10 orang. Untuk kapal *general cargo* kecil , proses bongkar muat dapat dilaksanakan oleh 1 – 2 gang.

Kecepatan bongkar muat *general cargo* tergantung dari beberapa faktor yaitu jenis muatan yang dibongkar, jumlah gang maupun kapasitas alat bongkar muat. Secara umum besarnya produktivitas per gang pada bongkar muat *general cargo* adalah sebagai berikut:

Tabel 6.1 Produktivitas Bongkar Muat

Jenis Muatan	Produktivitas per gang (ton/jam)
<i>General Cargo</i> umum (<i>breakbulk</i>)	8.5 - 12.5
Kayu dan Produk Kayu	12.5 - 25
Produk Baja	20 - 40
Peti kemas	30 - 55

b. Pada Gudang / Lapangan Penumpukan

Letak gudang dan lapangan penumpukan biasanya terletak tidak terlalu jauh dengan dermaga. Jika diperlukan, muatan dari kapal dapat disimpan pada gudang atau lapangan penumpukan, dengan bantuan *forklift*. Jika jarak antara gudang dan lapangan penumpukan dengan dermaga lebih jauh, maka pengangkutan dapat dilakukan dengan kombinasi *forklift* dan truk.

6.3. TERMINAL GENERAL CARGO

6.3.1. Jumlah Tambatan dan Panjang Dermaga

Untuk menentukan panjang dermaga, terlebih dahulu perlu dicari kebutuhan jumlah tambatan. Pada tahap awal perencanaan, perhitungan kebutuhan jumlah tambatan dapat dilakukan dengan pendekatan berikut:

$$n = \frac{Q_a}{Q_c \cdot N_{GS} \cdot W_{HD} \cdot W_{DY} \cdot U_B}$$

dimana :

n	: jumlah tambatan (<i>berth</i>)	(-)
Q _a	: total rencana <i>throughput</i> per tahun	(ton / tahun)
Q _c	: produktivitas gang rata-rata	(ton/jam)
N _{GS}	: Jumlah gang per kapal	(-)
W _{HD}	: Jumlah jam kerja dalam 1 hari	(jam/hari)
W _{DY}	: Jumlah hari kerja dalam 1 tahun	(hari/tahun)
U _B	: <i>Berth Occupancy Ratio</i> (BOR)	(%)

Jumlah gang yang melayani satu kapal sangat tergantung dari dimensi kapal yang dilayani. Sehingga nilai N_{GS} pada sebuah terminal dapat ditentukan berdasarkan rata – rata dimensi kapal yang bersandar berdasar hasil proyeksi.

Jumlah jam kerja pada satu hari tergantung dari jumlah *shift* yang ada pada terminal tersebut. Sedangkan produktivitas gang dapat diambil dari rata-rata produktivitas selama 8 jam masa *shift* mereka.

Seperti pada perencanaan terminal peti kemas, penentuan panjang dermaga tergantung dari jumlah tambatan yang diperlukan, sebagai berikut :

- Untuk n = 1 → L = Lo_a max + 2. 15
- Untuk n > 1 → L = 1,1 . n. (Lo_a rata2 + 15) + 15

Cara perhitungan lebih detail dapat dilakukan dengan cara melakukan proyeksi terhadap jumlah kunjungan kapal dan nilai bongkar muat per kapal yang sandar. Dari hasil proyeksi bongkar muat per kapal, dapat dihitung *service time*. Dengan menerapkan teori antrean, maka kebutuhan jumlah tambatan dan waktu tunggu kapal dapat dicari.

Pada sebuah terminal *general cargo*, sangat mungkin terminal tersebut melayani 2 komoditas yang berbeda. Dimana karakteristik muatan

tersebut berbeda, baik dari jenis kapal maupun produktivitas bongkar muatnya. Untuk itu, perhitungan dapat dilakukan pada masing-masing jenis muatan tersebut.

6.3.2. Fasilitas Penyimpanan dan Layout Terminal

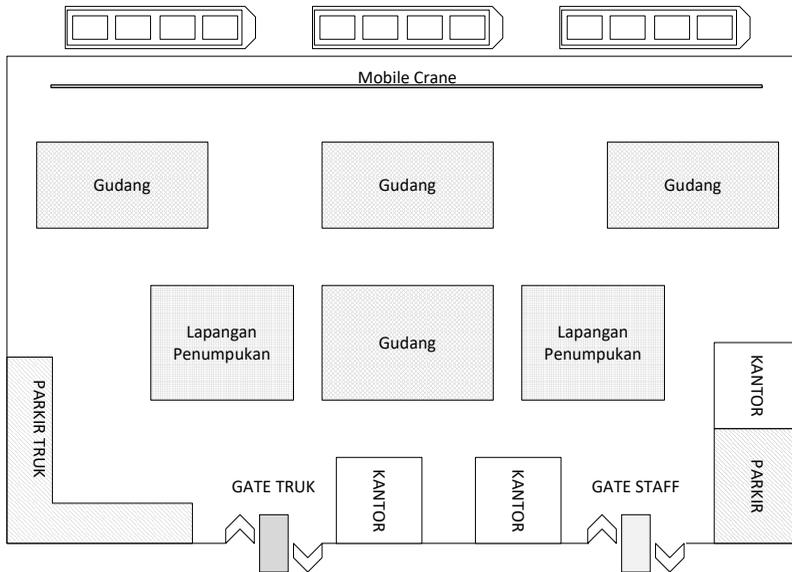
Kebutuhan luas fasilitas penyimpanan (lapangan penumpukan dan gudang) tergantung dari arus muatan per tahun yang dilayani dan lamanya *dwelling time*. Secara umum, besarnya luasan yang diperlukan dapat dicari dengan cara berikut :

$$A_{gd} = \frac{f_{area} \cdot f_{bulk} \cdot Q_{gd} \cdot T_{dw}}{H \cdot 365 \cdot m \cdot \rho_{cargo}}$$

dimana :

- A_{gd} : Kebutuhan luas lapangan penumpukan/gudang (m²)
- Q_{gd} : Arus bongkar muat per tahun yang melalui lapangan penumpukan/ gudang (ton/tahun)
- T_{dw} : *Dweeling Time* rata-rata (hari)
- H : rata – rata ketinggian muatan (m)
- m : *yard occupancy ratio* yang dapat diterima (0.65 s/d 0.7)
- f_{area} : Rasio antara luas kotor dengan luasan bersih (untuk mempertimbangkan luasan yang digunakan untuk alur alat berat dll) (1,2 -1,5)
- f_{bulk} : Faktor untuk memperhitungkan *stripping* dan penumpukan barang yang dipisah dari barang yang lain
- ρ_{cargo} : massa jenis cargo yang akan disimpan (ton/m³)

Model tata letak dari terminal *general cargo* dapat dilihat pada gambar 6.10. Pada gambar tersebut, terdapat gudang dan lapangan penumpukan sebagai tempat penyimpanan barang. Selain itu, terminal juga dilengkapi dengan tempat parkir truk. Parkir truk ini dapat digunakan oleh truk eksternal ketika menunggu operasi bongkar muat, terutama jika sistem *direct delivery* atau *truck losing* diterapkan. Kantor operator terminal dan tempat parkir untuk para karyawan juga disediakan tersendiri.



Gambar 6.10 Tata Letak Terminal *General Cargo*

6.4. TERMINAL MULTIPURPOSE

Secara umum Terminal *Multipurpose* dapat didefinisikan sebagai gabungan dari infrastruktur, peralatan, dan pelayanan yang mampu melayani beberapa jenis kapal dan muatan secara fleksibel dan optimal. Terminal *Multipurpose* memiliki 2 karakteristik utama seperti berikut:

- Terminal *Multipurpose* harus direncanakan untuk dapat melayani muatan yang heterogen, mulai dari general cargo hingga muatan peti kemas. Tetapi hal ini bukan berarti Terminal *Multipurpose* harus dapat mengakomodasi seluruh jenis muatan yang ada.
- Beberapa jenis muatan yang dilayani tidak memiliki jumlah yang besar, sehingga tidak diperlukan sebuah terminal khusus untuk melayani muatan tersebut.

Jenis komoditas muatan yang biasa dilayani oleh Terminal *Multipurpose* antara lain adalah :

- Hasil hutan
- Hasil olahan kayu

- Besi dan baja
- Peti kemas dan palet
- Muatan Ro/Ro
- Heavy Cargo
- Pupuk, hasil pertanian, bahan makanan

Terminal *Multipurpose* juga dapat merupakan sebuah pengembangan dari Terminal *General Cargo*. Sebagai contoh, jika muatan peti kemas yang diangkut oleh kapal *General Cargo* mencapai jumlah yang cukup besar, maka perlu ditambahkan fasilitas bongkar muat peti kemas pada terminal tersebut.

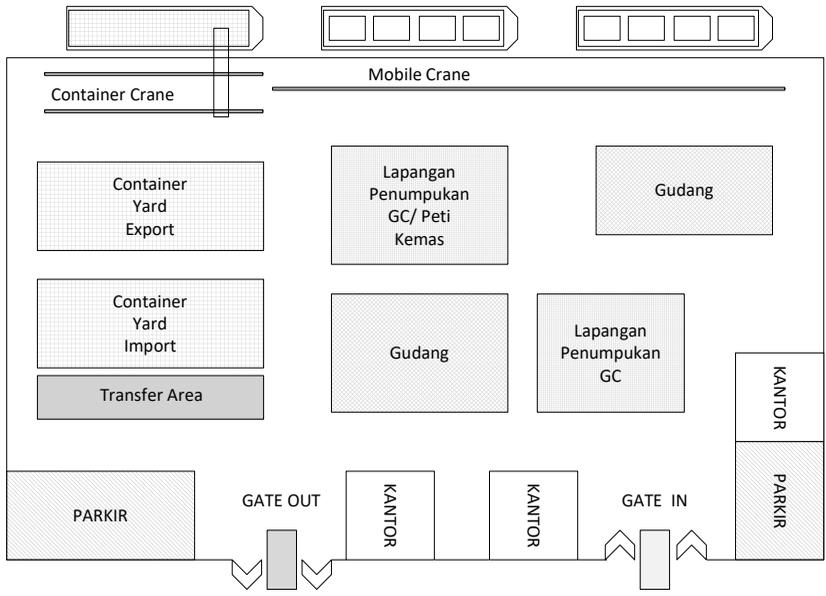
Berdasarkan gambar 6.10 dapat dibuat layout modifikasi dari Terminal *General Cargo* menjadi Terminal *Multipurpose* yang dapat melayani muatan *General Cargo* dan Peti kemas. Layout terminal pada gambar 6.10 tidak sesuai untuk melayani muatan peti kemas karena hal berikut :

- Bongkar muat peti kemas membutuhkan lapangan penumpukan yang sebaiknya terletak dekat dengan dermaga.
- Lebar apron dermaga terlalu kecil, karena bongkar muat peti kemas membutuhkan lebar apron yang cukup lebar.

Untuk itulah beberapa perubahan perlu dilakukan pada layout Terminal *General Cargo* pada gambar 6.11, sebagai berikut :

- Satu tambatan dikonversi untuk mampu melayani kapal peti kemas dan kapal *general cargo*.
- Pada tambatan tersebut , telah disiapkan alat bongkar muat baru berupa *Container Crane*, Sedangkan pada tambatan yang lain, alat bongkar muat masih memakai *Mobile crane*.
- Lebar apron diperbesar untuk dapat digunakan sebagai area manuver Reach Stacker atau truk yang membawa Peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan.
- Disediakan lapangan penumpukan khusus peti kemas. Sedangkan fungsi CFS dapat dilayani pada gudang yang sudah ada.
- Untuk menjaga sirkulasi di dalam terminal tetap lancar, pintu masuk dan pintu keluar dipisahkan.

Perubahan yang dilakukan pada layout Terminal *General Cargo* dapat dilihat pada gambar 6.11.



Gambar 6.11 Layout *Terminal Multipurpose*

BAB 7 TERMINAL CURAH CAIR

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Terminal
- ✓ Dermaga
- ✓ Tempat Penyimpanan

7.1. PENDAHULUAN

7.1.1. Umum

Terminal Curah Cair merupakan terminal yang melayani jasa bongkar muat dan penyimpanan curah cair. Terminal ini memiliki beberapa karakteristik khusus, antara lain adalah :

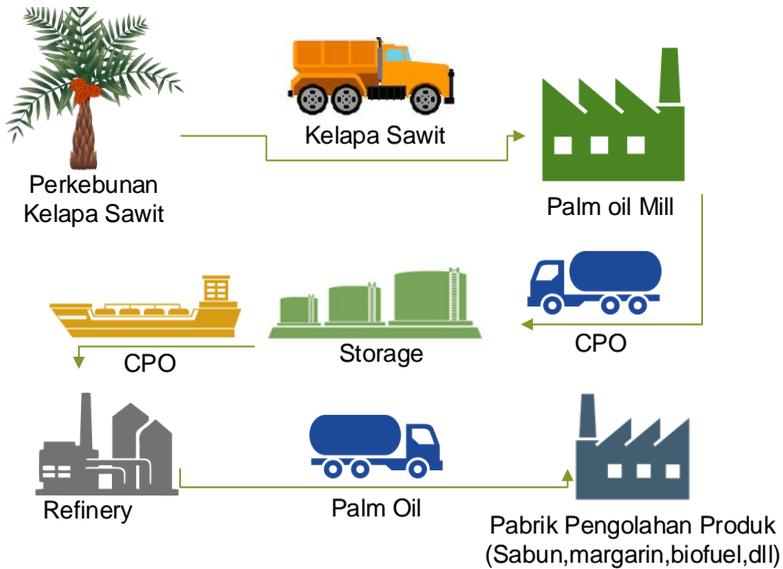
- a) Muatan yang dilayani sebagian besar merupakan barang berbahaya (*hazardous*), sehingga tingkat keamanan pada terminal ini sangat tinggi.
- b) Proses bongkar muat terjadi pada central manifold yang letaknya pada bagian tengah kapal. Sehingga tidak dibutuhkan alat bongkar muat yang dapat bergerak sepanjang kapal untuk menjangkau ruang muat. Oleh sebab itu, tidak dibutuhkan dermaga yang panjang. Fasilitas bongkar muat kapal seperti loading arm umumnya cukup diletakkan pada dermaga dengan ukuran kecil.

7.1.2. Jenis Muatan Curah Cair

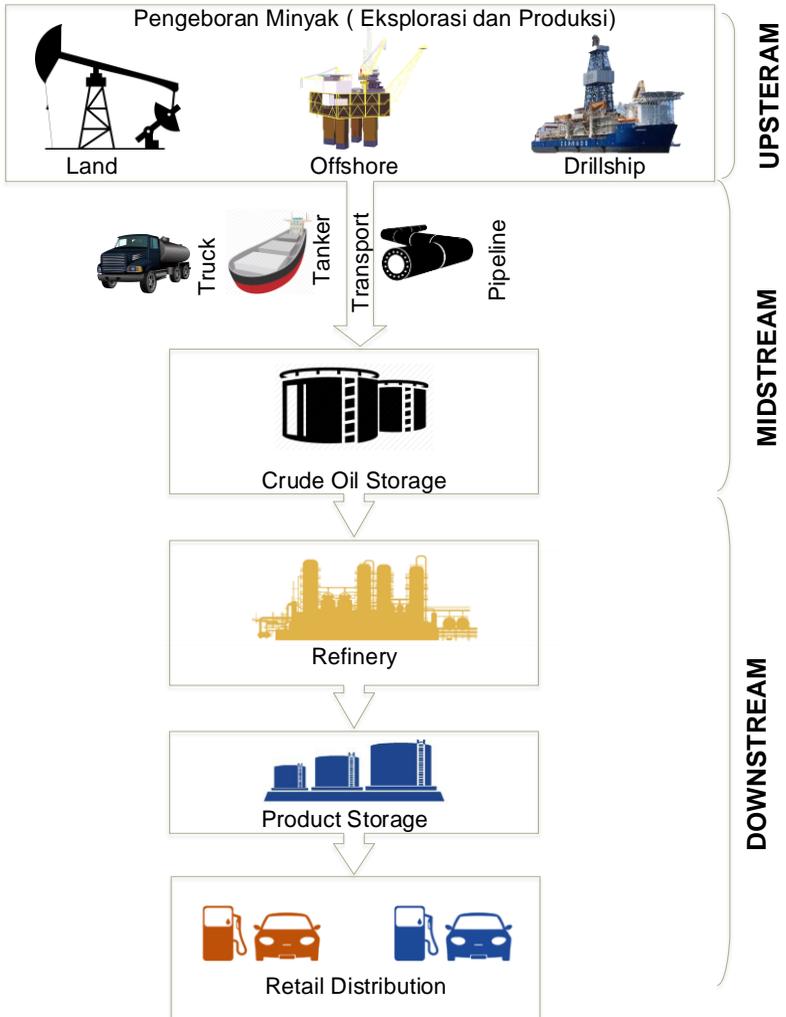
Muatan curah cair adalah jenis muatan yang berbentuk cairan. Proses bongkar muatnya tidak dilakukan dalam bentuk kemasan (kotak, drum, kantong plastik dll.), melainkan dalam bentuk cairan dalam volume besar. Cairan ini dibongkar dengan cara pemompaan ke dalam tangki penyimpanan. Muatan curah cair dapat dibagi menjadi lima kategori, yaitu:

- Produk Minyak (minyak mentah, BBM, dll)
- Bahan Kimia (metanol, xylene, dll)
- Bio – fuels & minyak sayur
- Bahan pangan
- Liquefied Natural Gas (LNG)
- *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

Muatan curah cair memiliki jalur logistik yang berbeda-beda sesuai dengan jenis komoditasnya . Tetapi secara umum jalur logistik berawal dari tempat produksi atau eksplorasi dari bumi. Kemudian muatan curah cair dapat disimpan di tempat penyimpanan sementara pada area produksi sebelum dikirim pada terminal tujuan. Dari terminal tujuan, muatan curah cair dapat langsung dikirim pada pengguna (*end-user*) atau dikirim pada fasilitas pengolahan (*processing plan*). Alur rantai pasok dari muatan curah cair ini berbeda-beda sesuai dengan karakteristik tiap muatan. Secara umum beberapa alur distribusi dan produksi beberapa jenis curah cair dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7.1 Rantai pasok minyak kelapa sawit



Gambar 7.2 Rantai pasok minyak bumi

7.1.3. Kapal Curah Cair

Secara umum kapal pengangkut muatan curah cair disebut Tanker. Tanker dapat dibagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan kapasitas maupun jenis muatan yang diangkut. Beberapa jenis tanker berdasar jenis muatannya antara lain adalah :

a) *Oil Tanker*

Oil tanker biasa digunakan untuk menyebut kapal yang digunakan untuk mengangkut minyak bumi. *Oil tanker* dapat berupa *Product Tanker* yang mengangkut produk hasil penyulingan minyak bumi dan *Crude Tanker* yang mengangkut minyak mentah dari tempat pengeboran minyak.

b) *Chemical Tanker*

Chemical Tanker merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut segala macam jenis bahan kimia. Kapal ini dirancang untuk dapat menjaga kondisi muatan dalam keadaan aman dan tidak terganggu. Kapal ini dapat digunakan untuk membawa beberapa jenis muatan bahan kimia pada saat bersamaan. Dikarenakan tiap ruang muat dilengkapi dengan pompa dan jalur pemipaan sendiri.

c) *Liquefied Gas Tanker*

Merupakan jenis tanker yang khusus mengangkut gas yang dicairkan. Dalam perjalanan, gas selalu dijaga dalam bentuk cair dengan cara memberi tekanan tinggi dan suhu yang rendah. Jenis muatan yang diangkut dapat berupa LNG atau LPG dan gas hidrogen cair.

d) *Juice Tanker*

Merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut jus buah-buahan dalam skala besar. Salah satu contohnya adalah *Carlos Fischer, Juice Tanker* asal Brazil.

e) *Wine Tanker*

Merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut *wine* dalam skala besar. Salah satu contohnya adalah *Cesare, Wine Tanker* asal Italia.

Sedangkan jenis tanker berdasarkan kapasitas muatnya adalah sebagai berikut:

- a. *ULCC (Ultra Large Crude Carriers)*
Adalah kapal tanker terbesar di dunia, dengan ukuran kapal 320,000 – 550,000 DWT.
- b. *VLCC (Very Large Crude Carriers)*
Memiliki ukuran besar, mencapai 200,000 – 320,000 DWT.
- c. *Suezmax*
Merupakan jenis kapal dengan lebar yang dapat melewati Terusan Suez. Memiliki ukuran 120,000–200,000 DWT
- d. *Aframax*
Merupakan jenis tanker yang banyak digunakan di perairan Mediterania, Laut China dan Laut Hitam. Memiliki ukuran 80,000–120,000 DWT
- e. *Panamax*
Merupakan jenis kapal dengan lebar yang dapat melewati terusan Panama. Memiliki ukuran 60,000–80,000 DWT
- f. *Product Tanker*
Merupakan jenis kapal yang mengangkut produk olahan minyak bumi. Memiliki ukuran 10,000–60,000 DWT

7.2. TERMINAL

7.2.1. Jenis Terminal

Jenis , bentuk dan dimensi dari Terminal Curah Cair sangat tergantung dari fungsi terminal tersebut. Beberapa jenis fungsi dari terminal curah cair adalah sebagai berikut :

- Tempat *transshipment* dan penyimpanan
- Tempat bongkar untuk keperluan kilang minyak dan tempat distribusi produk dari kilang tersebut.
- Kombinasi dari kedua fungsi tersebut

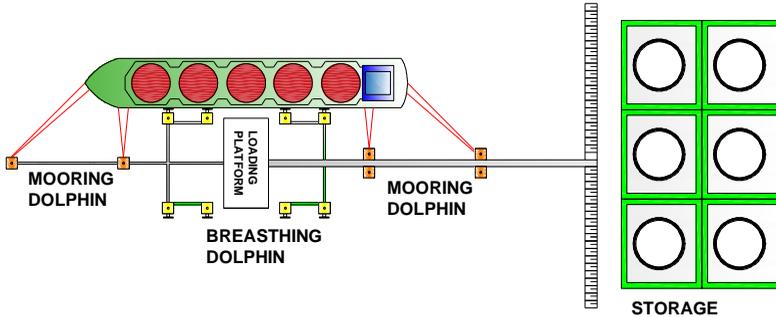
Dalam menentukan jenis terminal, terdapat beberapa hal yang menjadi dasar pertimbangan berupa:

- Aspek Biaya
- Aspek Keselamatan
- Aspek Daya Tahan

Jenis terminal curah cair dapat dibagi menjadi beberapa bentuk, yaitu :

a) *Jetty* dan penyimpanan konvensional.

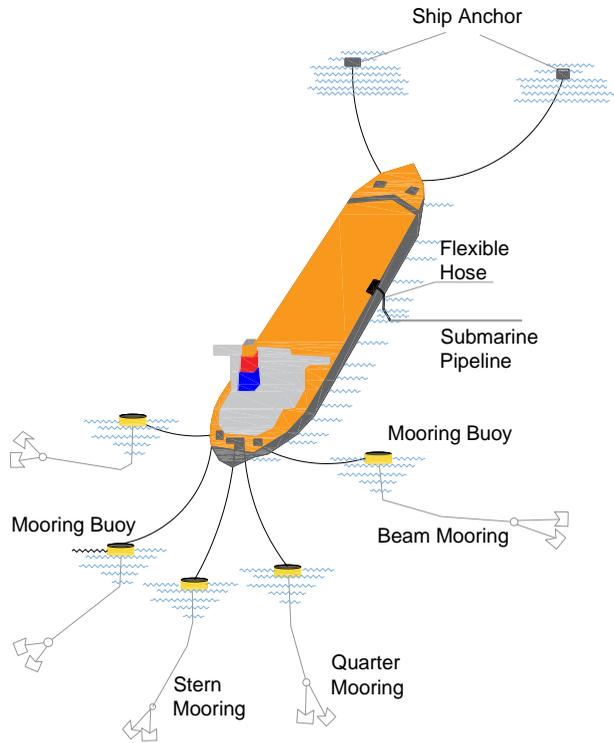
Jenis ini biasa dibangun pada perairan yang terlindung dan aman untuk disandari. Terdiri dari *trestle*, *dolphin* dan platform untuk penempatan alat bantu bongkar muat.



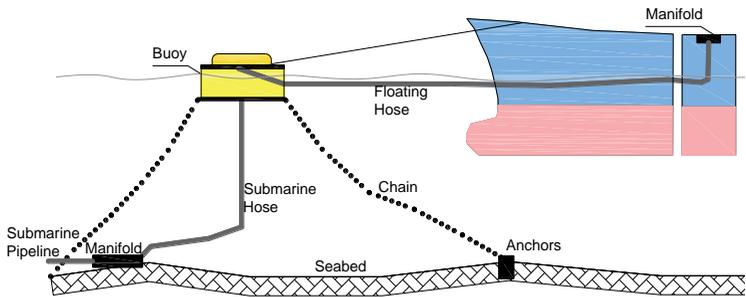
Gambar 7.3 *Jetty* Konvensional

b) *Offshore Mooring*

Metode *offshore mooring* digunakan oleh kapal curah cair untuk bertambat dan melakukan proses bongkar muat, jika tidak terdapat dermaga untuk bersandar. Fasilitas tambat ini dapat berupa *Single Buoy Mooring* (SBM) atau dikenal juga sebagai *Single Point Mooring* (SPM) dan juga dapat berupa *Multy Buoy Mooring* (MBM). SPM berupa *Mooring Buoy* tunggal yang dilengkapi dengan koneksi pipa bawah laut sebagai sarana bongkar / muat curah cair. SPM banyak digunakan pada area laut dalam. Sedangkan MBM terdiri dari 3 – 6 *mooring buoy* dengan konfigurasi tertentu sebagai sarana bertambat kapal curah cair. MBM lebih banyak digunakan pada area yang lebih dangkal.



Gambar 7.4 *Multy Buoy Mooring*

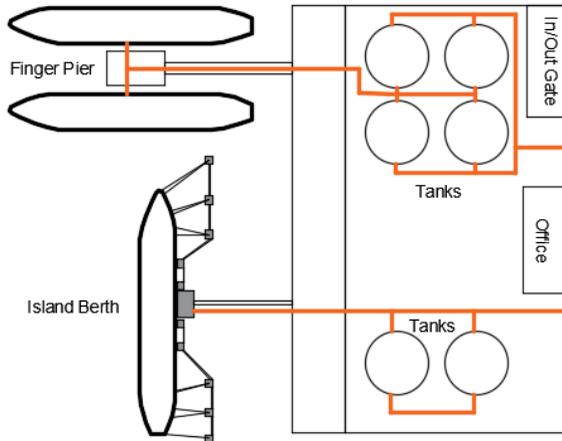


Gambar 7.5 *Single Point Mooring*

c) *Offshore terminal dengan floating storage*

Fasilitas ini merupakan pilihan yang ekonomis pada daerah yang terpencil atau dengan lokasi lahan yang terbatas. Fasilitas ini dapat berupa kapal FSU (*Floating Storage Unit*) yang bertambat pada sebuah SBM di lepas pantai. Atau dapat pula berupa FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*) yang bertambat pada sebuah dermaga.

Secara umum tata letak dari terminal curah cair dapat dilihat pada Gambar 7.6. Pada gambar tersebut terdapat fasilitas penyimpanan curah cair berupa tangki. Sedangkan transfer muatan curah dari kapal menuju tangki dilakukan melalui jaringan pipa. Jenis dermaga yang digunakan dapat berbentuk *finger pier* dan *island berth*.



Gambar 7.6 Tipikal Tata letak Terminal Curah Cair

7.2.2. Karakteristik Terminal

Terminal Curah Kering memiliki beberapa karakteristik khusus . Dari karakteristik inilah, jenis terminal curah kering dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Faktor – faktor yang mempengaruhi pengelompokan terminal ini antara lain adalah:

- Jenis produk yang dilayani
- Kapasitas

- Peralatan
- Kepemilikan
- Pengguna Jasa
- Jenis kapal yang dilayani

A. Fungsi Terminal

Terminal curah cair memiliki karakteristik khusus yang membedakan terminal tersebut dengan jenis terminal yang lain. Berikut adalah beberapa perbedaan yang ada :

- **Terminal Curah Cair dengan Terminal Peti kemas**

Perbedaan utama karakteristik terminal curah cair dengan peti kemas terletak pada jenis muatan yang dilayani. Untuk melakukan proses bongkar muat pada terminal curah cair, diperlukan peralatan khusus seperti *loading arm*, pompa dan pipa. Jenis alat bongkar muat pada terminal curah cair tidak hanya tergantung dari jenis muatannya tapi bisa juga tergantung dari jenis kapal yang dilayani. Lokasi bongkar muat biasanya terjadi pada *manifold* yang terletak di bagian tengah kapal. Hal ini menyebabkan kapasitas tambatan dari terminal curah cair tidak fleksibel. Berbeda dengan kapasitas tambatan pada terminal peti kemas yang fleksibel karena alat bongkar muat (*container crane*) yang dapat bergerak antar tambatan.

Fasilitas transfer muatan dari kapal ke tempat penyimpanan pada terminal curah cair membutuhkan peralatan khusus. Pada terminal peti kemas, berbagai jenis peti kemas dapat diangkut menuju lapangan penumpukan dengan menggunakan truk atau *straddle carrier* yang sama. Pada terminal curah cair, jenis pipa yang mentransfer muatan dari dermaga menuju tangki penyimpanan dibuat berbeda-beda tergantung dari jenis muatan yang dilayani.

Perbedaan lainnya terletak pada tempat penyimpanan muatan. Pada terminal curah cair, penyimpanan muatan dilakukan pada tangki. Tangki ini dibuat terpisah bergantung dari jenis curah cair yang disimpan. Langkah penyimpanan harus dilakukan dengan hati-hati agar jika ada muatan curah cair yang berbeda jenis tidak tercampur. Sering kali muatan pada satu kapal disimpan pada tangki tersendiri untuk menjaga kualitas dari curah cair. Hal ini tidak terjadi pada terminal peti kemas, di mana muatan peti kemas dari satu kapal dapat dicampur dengan muatan peti kemas dari kapal lain pada satu lapangan penumpukan. Selain itu ,muatan curah cair sering kali

merupakan barang berbahaya dan mudah terbakar, sehingga proses penyimpanan sangat memperhatikan keamanan dan keselamatan muatan.

Pola kedatangan kapal pada terminal curah cair juga berbeda dengan terminal peti kemas. Kedatangan kapal pada terminal curah cair sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan minyak dan tingkat konsumsi minyak pada satu wilayah.

- **Terminal Curah Cair dengan Terminal Curah Kering**

Terminal curah kering memiliki banyak kesamaan karakteristik operasional dengan terminal curah cair. Tetapi terminal curah kering memiliki fleksibilitas lebih dibanding terminal curah cair. Beberapa alat bongkar muat curah kering memiliki mobilitas pergerakan antar tambatan, dibandingkan alat bongkar muat curah cair yang lebih statis.

Dari beberapa perbandingan umum ini, dapat disimpulkan jika perencanaan terminal curah cair membutuhkan studi yang lebih detail mengenai karakteristik muatan, karakteristik kapal yang bersandar, alat bongkar muat hingga jenis tempat penyimpanan.

B. Fasilitas

Beberapa fasilitas utama yang terdapat pada terminal curah cair antara lain adalah :

Tangki Curah Cair

Muatan curah cair umumnya disimpan dalam tangki. Satu tangki dipergunakan untuk menyimpan satu jenis muatan. Jika tangki tersebut akan dipergunakan untuk menyimpan jenis muatan lain, maka proses pembersihan harus terlebih dahulu dilakukan. Hal ini untuk mencegah tercampurnya satu jenis muatan curah dengan jenis lain. Untuk muatan bahan kimia, terdapat beberapa ketentuan khusus yang harus dipenuhi seperti temperatur penyimpanan yang terkontrol. Untuk penyimpanan LNG, tangki khusus yang mampu menahan tekanan tinggi dengan suhu hingga -160°C harus dipersiapkan.

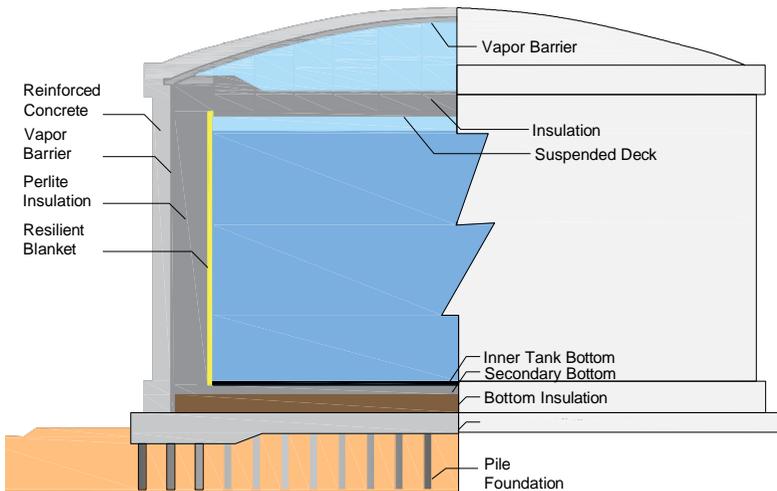
Jetty

Jetty konvensional terdiri dari *mooring dolphins*, *berthing dolphin* dan *loading platform* (Gambar 7.3). Curah cair ditransfer menuju darat melalui pipa fleksibel yang dapat mengakomodasi jika terjadi gerakan kapal saat bongkar muat berlangsung. Dari fleksibel *hose* ini, curah cair kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan menggunakan pipa. Jika Jetty ini digunakan untuk bongkar muat beberapa jenis muatan curah

cair, maka biasanya tersedia beberapa jenis jalur pipa yang berbeda pula.



Gambar 7.7 Tangki Penyimpanan Minyak



Gambar 7.8 Sketsa Skematis Lapisan Tangki LNG

Buoys

Salah satu fasilitas untuk bertambat kapal curah cair adalah *Single Point Mooring* (Gambar 7.5) dan *Multy Buoy Mooring* (Gambar 7.4). Fasilitas ini biasanya dipasang pada daerah lepas pantai, sehingga daerah pelabuhan menjadi lebih aman karena proses bongkar muat tanker

terjadi pada area yang jauh dari pelabuhan. *Buoy* digunakan jika kedalaman pelabuhan tidak mencukupi untuk kapal bertambat dan dibutuhkan biaya yang mahal untuk membangun Jetty pada kedalaman yang diinginkan.

Jalur Pipa

Sistem pipa digunakan untuk menyalurkan muatan dari kapal ke tangki penyimpanan. Pada terminal curah dengan muatan bahan kimia, pipa khusus harus disediakan untuk jenis bahan kimia tertentu. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya reaksi kimia yang tidak diinginkan jika bahan kimia yang berbeda tercampur. Untuk terminal minyak dan BBM, jalur pipa dapat digunakan bergantian untuk melayani beberapa jenis minyak. Sebelum dipergunakan untuk melayani jenis minyak yang lain, jalur pipa tersebut harus melalui proses pembersihan terlebih dahulu. Untuk jalur pipa yang melayani LPG dan LNG, dibutuhkan jalur pipa khusus yang dapat menahan tekanan dan menjaga temperatur (*insulated*).

Hoses dan Loading Arm

Hoses dan *Marine Loading Arm* (MLA) merupakan fasilitas utama dalam bongkar muat. Perencanaan jumlah *Hoses* dan MLA yang dibutuhkan pada satu terminal tergantung dari jenis kapal dan muatan yang akan dilayani. MLA bersifat lebih statis, tetapi dapat menjangkau posisi *manifold* tanpa bantuan crane. Sedangkan *Hoses* lebih fleksibel, tetapi kebutuhan bantuan crane untuk mencapai *manifold*. MLA lebih banyak digunakan pada proses bongkar muat di Jetty (Gambar 7.9), sedangkan *flexible hoses* banyak digunakan pada proses bongkar muat di lepas pantai (Gambar 7.5)

Pompa

Muatan curah cair umumnya dibongkar dari kapal dengan menggunakan pompa kapal dan dimuat menuju kapal dengan menggunakan pompa di terminal. Jika terdapat jarak yang jauh antara dermaga dengan tangki penyimpanan, *booster pump* dapat digunakan untuk memperkuat tekanan pompa pada proses bongkar maupun muat.

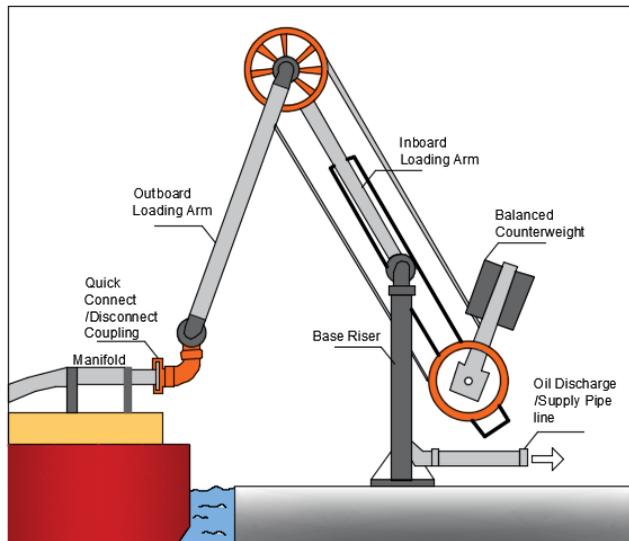
Loading Station

Untuk menghubungkan terminal curah cair dengan area hinterland darat, dibutuhkan sebuah *loading station*. Dalam fasilitas ini terdapat peralatan untuk proses bongkar muat dari tangki penyimpanan menuju truk tangki atau kereta tangki yang akan membawa muatan menuju hinterland.

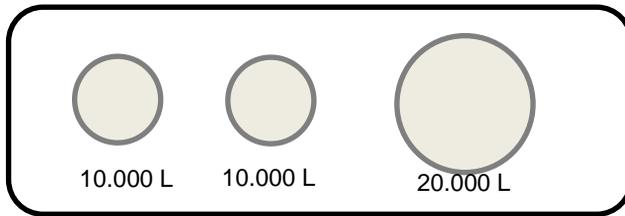
Fasilitas Penunjang

Untuk memenuhi kebutuhan penanganan muatan curah cair yang beragam, beberapa fasilitas penunjang harus disediakan, antara lain sebagai berikut:

- *Waste Water Treatment* sebagai tempat pengolahan limbah cair
- Fasilitas Pemadam Kebakaran, untuk menanggulangi risiko kebakaran
- *Pigging station* untuk pembersihan dan perawatan jalur pipa.
- *Bund Wall*, merupakan fasilitas berupa dinding yang dipasang pada sekeliling tangki. Fasilitas ini digunakan untuk mencegah pencemaran lingkungan dan bahaya lain yang timbul jika terjadi kebocoran pada tangki. Ketinggian *Bund Wall* berkisar antara 0.5 – 1.5 m tergantung dari kapasitas yang dibutuhkan. Kapasitas yang harus disediakan adalah sebesar 120% dari kapasitas tangki terbesar. Jika muatan adalah cairan yang mudah terbakar, maka kapasitas *bund wall* harus ditingkatkan hingga 133%. Jika beberapa tangki terdapat pada satu *bund wall*, maka kapasitas yang dibutuhkan adalah hasil terbesar dari 25% total kapasitas semua tangki dibandingkan dengan 120% kapasitas tangki terbesar. Contoh perhitungan dapat dilihat pada gambar 7.10



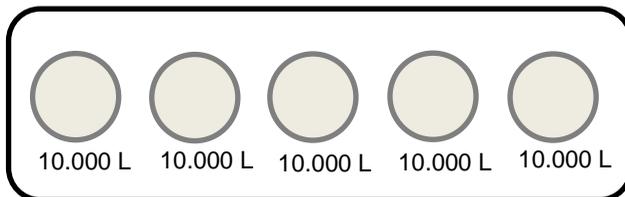
Gambar 7.9 Skematis Bongkar Muat MLA



$$A = 25\% (10.000 + 10.000 + 20.000) = 10.000 \text{ L}$$

$$B = 120\% (20.000) = 24.000 \text{ L}$$

$$A < B - \text{Kapasitas Bund Wall} = 24.000\text{L}$$



$$A = 25\% (10.000 \times 5) = 12.500 \text{ L}$$

$$B = 120\% (10.000) = 12.000 \text{ L}$$

$$A > B - \text{Kapasitas Bund Wall} = 12.500\text{L}$$

Gambar 7.10 Perhitungan Kapasitas *Bund Wall*

C. Kategori Terminal

Berdasarkan fungsi dalam rantai pasok, terminal curah cair dapat dibedakan sebagai berikut :

- **Strategic terminal**
Kategori ini merupakan terminal yang dibuat oleh pemerintah untuk memenuhi kebutuhan konsumsi curah cair suatu wilayah.
- **Industrial terminal**
Kategori ini merupakan terminal yang menerima minyak mentah atau bahan baku lainnya, untuk kemudian diolah menjadi produk jadi.
- **Import terminal**
Kategori ini merupakan terminal yang menerima dan mengumpulkan curah cair dalam jumlah yang besar. Perencanaan kedatangan kapal dan konsumsi harus seimbang

, hal ini untuk menjaga agar kapasitas tangki penyimpanan yang ada tidak terlampaui.

- **Export terminal**
Kategori ini merupakan terminal yang mendistribusikan muatan curah cair dalam jumlah besar.
- **Make Bulk Terminal**
Kategori ini merupakan terminal yang mengumpulkan muatan dari kapal-kapal kecil, untuk kemudian dilakukan alih muat ke kapal besar. Dari sisi logistik, hal ini dapat menguntungkan terutama untuk pengiriman jarak jauh dalam jumlah besar.
- **Break Bulk Terminal**
Kategori ini berlawanan fungsi dengan *make bulk* terminal, dimana muatan dari kapal besar dipindah pada kapal-kapal lebih kecil untuk dapat dikirim ke tujuan.

7.2.3. Operasional Terminal

Sebagian besar muatan curah cair merupakan barang berbahaya yang berarti barang mudah terbakar, mudah meledak, bersifat beracun dan dapat mencemari lingkungan. Sehingga untuk penanganan muatan ini dibutuhkan standar keamanan yang tinggi. Beberapa ketentuan internasional yang dipergunakan dalam operasional terminal curah cair antara lain adalah :

- *General Cargo: IMDG Code (International Maritime Dangerous Goods Code) of Solas Convention*
- Produk kimia dan minyak bumi : *IBC Code (International Code for the Construction And Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk)*
- Peraturan mengenai pencegahan pencemaran air laut dari kapal - *Marpol 73/78*
- *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT)*

Beberapa ketentuan terkait kegiatan operasional pada terminal curah cair disusun berdasarkan peraturan tersebut. Berikut merupakan contoh aturan yang diterapkan pada proses bongkar muat terminal curah cair:

- **Daerah aman sekitar dermaga**

Ketika sebuah kapal tanker bertambat pada sebuah dermaga, maka kapal tersebut harus dilindungi oleh daerah aman dengan radius minimum 30 meter dari kapal. Selama proses bongkar muat

berlangsung, tidak boleh ada kendaraan bermotor dan lalu lintas kapal yang mendekati daerah aman tersebut.

- **Pemberitahuan muatan yang disimpan dalam tangki di lingkungan pelabuhan**

Operator terminal harus mengirimkan pemberitahuan kepada pelabuhan paling lambat 24 jam sebelum kedatangan kapal yang memuat barang berbahaya. Pemberitahuan meliputi jenis, jumlah muatan, dan jumlah tangki yang dipergunakan sebagai tempat penyimpanan.

- **Kedatangan kapal dan proses sandar**

Tidak boleh ada kapal bersandar dan meninggalkan dermaga tanpa izin dari Syahbandar dan Otoritas Pelabuhan. Untuk menjaga keselamatan pelayaran, setiap kapal yang bersandar harus menggunakan bantuan dari kapal pandu dan tunda. Selama di lingkungan pelabuhan, mesin kapal harus dalam keadaan siap digunakan sewaktu-waktu. Jika mesin kapal dalam keadaan tidak siap digunakan (dalam perawatan atau perbaikan), maka satu kapal tunda harus mendampingi kapal tersebut. Saat bersandar di dermaga, kapal yang mengangkut barang berbahaya harus memberikan tanda berupa *International signal Flag B* yang dikibarkan di kapal saat siang hari dan menyalakan lampu merah saat malam hari pada posisi yang terlihat dari segala arah.

Petugas bongkar muat dan kru kapal harus memahami posisi fasilitas keselamatan yang ada pada pelabuhan. Meliputi posisi lokasi labuh darurat, posisi pemadam kebakaran dan fasilitas keselamatan lainnya. Kapal harus memiliki petugas khusus yang mengawasi kapal ketika proses bongkar muat berlangsung. Petugas ini bertugas untuk mengawasi tali tambat, *loading bridge*, dan mengawasi kebocoran minyak atau bahan kimia yang terjadi pada kapal.

- **Bongkar Muat**

Proses bongkar muat harus dilakukan dengan koordinasi yang baik antara operator terminal dengan kru kapal terkait. Operator bertanggung jawab terhadap keamanan dan keselamatan proses bongkar muat pada sisi darat. Komunikasi antara kapal dengan operator dapat dilakukan dengan telepon atau radio dua arah. Selain sarana komunikasi utama, sarana komunikasi lain harus disediakan jika komunikasi utama tidak berfungsi. Semua pintu, jendela dan bukaan yang menghubungkan *main cargo deck* dengan ruangan kru kapal harus tertutup saat proses bongkar muat berlangsung.

Saat proses bongkar muat mulai, tekanan pompa harus ditingkatkan sedikit demi sedikit hingga mencapai tekanan yang diinginkan. Pada saat bersamaan, tekanan pada tali tambat kapal harus selalu diperhatikan. Tekanan pada pipa harus selalu diperhatikan agar tidak melebihi batas yang diizinkan. Perhatian yang lebih harus diberikan saat tangki sudah mulai penuh. Saat proses bongkar muat terhenti sementara, *valve* pada *hose* dan pipa harus ditutup. Pada saat cuaca buruk, segala proses bongkar muat harus dihentikan dan sambungan pipa dan hose dari kapal ke dermaga harus dilepas.

7.3. DERMAGA

Lokasi terminal curah cair dapat terletak pada lepas pantai maupun perairan yang terlindung. Penentuan lokasi juga turut ditentukan oleh tinggi gelombang dan arus yang terjadi pada lokasi tersebut. Untuk Jetty, tinggi gelombang maksimum yang dibatasi 1,0- 1,5 m saat proses bersandar dan 2,0 – 3,0 m saat proses bongkar muat berlangsung. Kecepatan angin yang berhembus pada dermaga juga harus menjadi perhatian, kecepatan angin lebih dari 15 m/s saat proses bongkar muat berlangsung, dapat membahayakan kapal dan dermaga. Untuk alasan keselamatan, dermaga yang melayani minyak dan gas harus dipisahkan dari fasilitas terminal umum lainnya.

Hal yang perlu menjadi perhatian saat menentukan panjang dermaga adalah jarak antar kapal curah cair yang bersandar. Untuk alasan keselamatan, jarak tersebut harus diambil sama dengan lebar kapal terbesar yang bersandar. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah posisi *manifold* pada kapal curah cair tidak selalu berada tepat di tengah kapal. Posisi tersebut dapat bergeser 10 – 15 m dari tengah kapal, sehingga jarak antar kapal dapat diambil sebesar lebar kapal ditambah 15 m.

Kebutuhan jumlah tambatan dapat dicari dengan formula umum $n = C / C_b$, dimana n adalah jumlah kebutuhan tambatan, C adalah kebutuhan muatan yang harus dilayani dalam satu tahun (ton/tahun) dan C_b adalah kapasitas rencana tambatan (ton/tahun).

Nilai C_b dapat dicari dengan formula berikut :

$$C_b = P_{\text{berth}} \cdot N_{\text{hy}} \cdot M_b$$

dimana :

P_{berth} = Rata-rata produktivitas pompa pertambatan (ton/jam).

Perlu diperhatikan bahwa dalam *loading platform* terdapat beberapa *loading arm* dan pompa. Produktivitas tambatan yang dihitung disini merupakan kombinasi kapasitas dari beberapa pompa yang digunakan bersamaan saat bongkar muat.

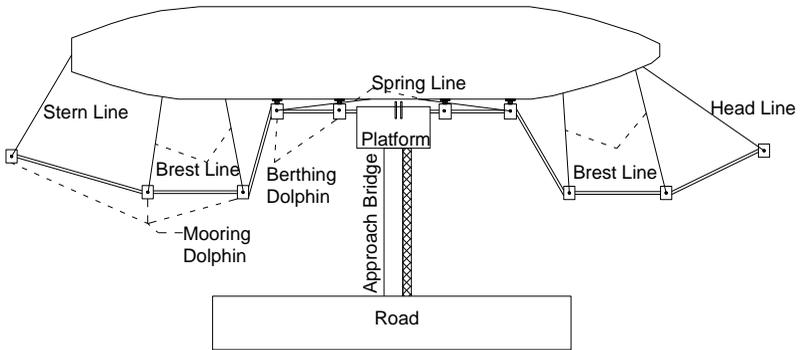
Nhy = Jumlah hari kerja dalam satu tahun (jam/tahun)
Mb = *Berth occupancy factor*

Faktor lain yang harus diperhatikan dalam penentuan jumlah pompa, kapasitas pompa maupun jumlah tambatan adalah maksimum *service time*. Beberapa literatur menyebutkan bahwa *service time* standar yang ada pada terminal curah cair adalah 1-1,5 hari.

7.3.1. Jetty

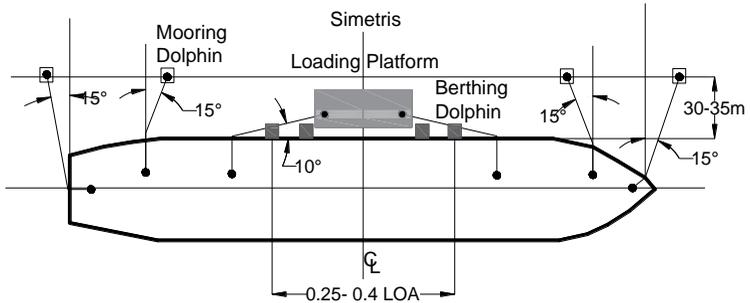
Jetty yang melayani minyak dan gas biasanya terdiri dari beberapa fasilitas berikut:

- *Approach bridge* dengan lebar 2.5 s/d 3 m dan jalur pipa, penerangan jalan dan *guard rails*. Panjang *approach bridge* tergantung dari jarak platform dari daratan.
- *Jetty head*, terdiri dari platform yang dilengkapi dengan:
 - *Loading arm*
 - *Service building*
 - *Jetty Crane*
 - *Firefighting tower*
 - *Gangway*
- *Berthing* atau *breasting dolphin* yang berfungsi sebagai:
 - Meredam energi kinetik saat kapal bersandar
 - Sebagai tempat pengikatan tali tambat kapal
- *Mooring dolphin* yang berfungsi sebagai tempat pengikatan tali tambat kapal



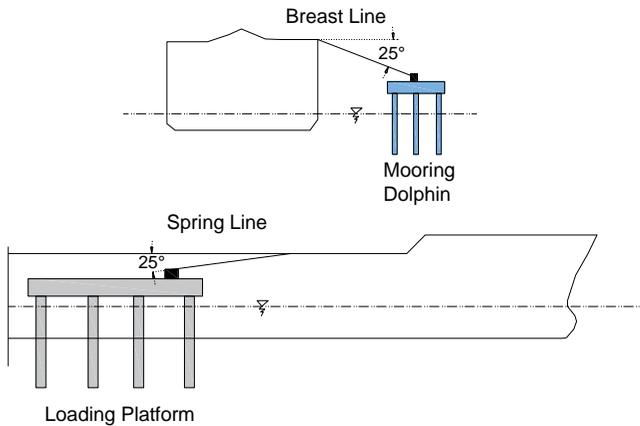
Gambar 7.11 Skematis Jetty Curah Cair

Penyusunan layout *jetty*, *mooring dolphin* dan *berthing dolphin* didasarkan pada rekomendasi dan panduan dari *Oil Companies Marine Forum (OCIMF, 2008)* dengan judul *Mooring Equipment Guidelines*. Rekomendasi layout tersebut adalah sebagai berikut:



(Untuk layout standar dapat diasumsikan 0.3 LOA)
Sudut horizontal tidak boleh melebihi nilai pada gambar

Gambar 7.12 Tipikal Horizontal *Mooring Layout*



Sudut vertikal tidak boleh melebihi nilai pada gambar

Gambar 7.13 Tipikal Vertikal *Mooring Layout*

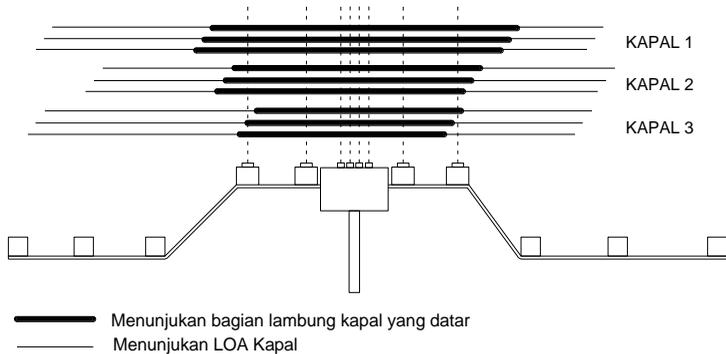
Penyusunan layout jetty, *mooring dolphin* dan *berthing dolphin* disusun secara simetris dari garis tengah *loading platform* (karena posisi *manifold* kapal curah cair yang terletak di bagian tengah kapal). Tipikal layout dermaga curah cair seperti pada gambar 7.10 dapat diterapkan dengan mudah jika variasi ukuran kapal yang bersandar tidak besar. Jika dermaga yang akan direncanakan memiliki variasi ukuran kapal yang besar, maka dimungkinkan untuk melakukan penambahan *berthing* dan *mooring dolphin* agar kapal dengan beragam ukuran dapat terlayani dengan baik.

7.3.2. *Berthing Dolphin*

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan bahwa *berthing dolphin* berfungsi untuk meredam energi kinetik saat kapal bersandar. Untuk mampu meredam energi kinetik kapal saat bersandar, maka *berthing dolphin* harus memiliki fleksibilitas yang cukup. Fleksibilitas ini dapat dicapai melalui kemampuan deformasi elastis dari struktur dolphin, atau melalui karet fender yang dipasang pada dolphin tersebut. Proses sandar kapal pada dolphin harus dilakukan dengan hati-hati.

Penyusunan konfigurasi jumlah dan posisi *berthing dolphin* harus memperhatikan dimensi dari berbagai kapal yang akan dilayani. Jika diperlukan dapat dilakukan penambahan *berthing dolphin*, sehingga semua

kapal dapat dilayani dengan baik. Berikut contoh analisa kebutuhan *berthing dolphin* dengan metode grafis. Batasan yang digunakan dalam analisa ini mengacu pada OCIMF yaitu jarak antar fender antara 0,25 – 0,4 LOA kapal. Selain itu perlu diperhatikan pula posisi aman lambung kapal saat bertambat pada *dolphin*.



Gambar 7.14 Contoh Analisa Grafis untuk Penentuan Posisi *Berthing Dolphin*

7.3.3 *Mooring Dolphin*

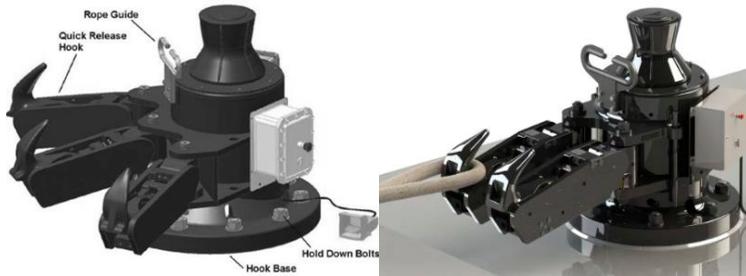
Untuk tiap jenis ukuran kapal, konfigurasi tali tambat kapal harus dibuat untuk menjamin keamanan kapal saat bertambat. Konfigurasi ini akan menentukan berapa jumlah *mooring dolphin* yang dibutuhkan untuk melayani semua jenis kapal rencana. Tiap jenis *mooring dolphin* direncanakan untuk melayani beberapa tali tambat dengan ukuran, jenis dan kekuatan yang berbeda. Kekuatan tali tambat kapal dapat dilihat dari data *Minimum Breaking Load* (MBL) yang dimiliki tiap jenis tali. Kekuatan tali akan dapat berkurang seiring dengan usia dan jumlah pemakaian yang bertambah. Untuk tali tambat yang digunakan oleh kapal tanker, beban maksimum yang dilayani dapat diambil sebesar 0,55 MBL.

Untuk mencegah *mooring dolphin* mengalami kerusakan karena beban berlebih, maka beberapa hal berikut dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan :

- *Winches* yang ada pada kapal memiliki mekanisme pengamanan yang akan bekerja saat gaya tarik pada tali tambat sudah melampaui 0.6 MBL.

- *Mooring dolphin* harus didesain berdasarkan beban = jumlah tali tambat yang dilayani x MBL x Faktor keamanan sesuai standar yang berlaku.

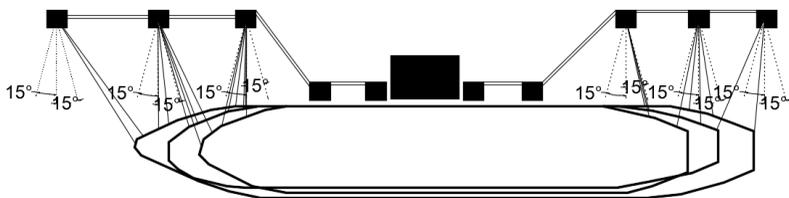
Beberapa *mooring dolphin* sudah dilengkapi dengan mekanisme *Quick Release Hook (QRH)* yang dapat diprogram untuk melepaskan tali tambat jika gaya tarik tali sudah melebihi MBL yang direncanakan.



A Sumber : Trelleborg Ready Moor QRH Catalogs

Gambar 7.15 *Quick Release Hook*

Untuk mendapatkan konfigurasi *mooring dolphin* yang optimal dan memenuhi syarat keamanan dari OCIMF, maka dapat dilakukan simulasi dengan metode grafis. Simulasi bertujuan untuk memastikan sudut-sudut tali tambat kapal terhadap posisi *mooring dolphin* tidak melebihi batas yang direkomendasikan.



Gambar 7.16 Contoh Analisa Grafis untuk Penentuan Posisi *Mooring Dolphin*

Penentuan konfigurasi tersebut didasarkan dari rekomendasi OCIMF, dimana dari hasil analisa didapatkan bahwa sudut yang dimiliki oleh *breast line* tidak melebihi 15°. Sedangkan sudut yang dimiliki oleh *head line* memiliki aturan yang lebih fleksibel, karena kurang efektif dalam menahan kapal.

Untuk melakukan verifikasi terhadap beban tali tambat dan pergerakan kapal yang terjadi saat tambat, dapat dilakukan simulasi numerik dengan bantuan perangkat lunak. Untuk dermaga dengan kondisi perairan yang buruk dan konfigurasi *mooring dolphin* yang kompleks, simulasi model fisik tetap diperlukan.

7.4. TEMPAT PENYIMPANAN

Jumlah dan ukuran tempat penyimpanan curah cair baik minyak atau gas pada sebuah terminal dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut :

- Ukuran kapal yang bersandar
- Jadwal dan interval kedatangan kapal
- Jenis muatan curah cair yang dilayani terminal tersebut
- Kebutuhan *safety stock* yaitu kapasitas sisa yang harus disediakan untuk menjaga operasional tetap berjalan ketika pasokan minyak terganggu.
- Dimensi tangki penyimpanan
- Tingkat konsumsi curah cair pada tangki penyimpanan

Beberapa faktor di atas dapat dipergunakan sebagai dasar dalam melakukan simulasi dan optimalisasi pada penjadwalan kapal dan kebutuhan tempat penyimpanan curah cair. Selain dengan menggunakan simulasi, kebutuhan tempat penyimpanan curah cair dapat dicari dengan cara :

$$n = V_{st} / V_{tnk}$$

dimana :

- n : Jumlah tangki penyimpanan (buah)
- V_{st} : Kebutuhan volume penyimpanan per jenis muatan (m3)
- V_{tnk} : Volume satu tangki penyimpanan (m3)

Kebutuhan volume penyimpanan muatan curah cair dapat dicari dengan cara:

$$V_{st} = \frac{C_i \times t_d}{\rho_c \times 365 \times m_s}$$

dimana :

- C_i : jumlah muatan curah cair yang dilayani per tahun per jenis komoditas curah (ton / tahun)
 t_d : rata - rata *dwell time* curah cair dalam tangki (hari)
 ρ_c : rata-rata massa jenis muatan (ton/m³)
 m_s : *storage occupancy* .
 Rata-rata volume muatan per tahun dalam satu tangki dibagi kapasitas tangki per tahun. Dapat diambil (0,6-0,7)

Setelah diketahui dimensi dan jumlah tangki, maka dapat dicari kebutuhan tempat penumpukan yaitu luas tangki ditambah dengan luas *bundwall*, jalur pipa dan jalan akses.

Secara umum, tempat penyimpanan harus mampu menampung jumlah muatan tertentu dalam satu waktu. Ligteringen & Velsink (2012) merekomendasikan sebesar satu bulan konsumsi terminal. Yang artinya *throughput* terminal dalam satu bulan harus mampu ditampung oleh tempat penyimpanan dalam satu waktu. PIANC merekomendasikan sebesar 3%-4% dari *throughput* terminal per tahun. Sedangkan Agerschou (2004) merekomendasikan sebesar 3 - 4 kali muatan kapal terbesar yang bersandar harus mampu dilayani oleh tempat penyimpanan dalam satu waktu.

BAB 8 TERMINAL CURAH KERING

Dalam bab ini akan dibahas:

- ✓ Pendahuluan
- ✓ Fasilitas Terminal
- ✓ Perhitungan Kebutuhan Fasilitas

8.1. PENDAHULUAN

8.1.1. UMUM

Terminal Curah Kering (TCK) melayani muatan tanpa kemasan dalam jumlah yang besar, hal ini mempengaruhi penggunaan teknologi bongkar muat dan penyimpanan yang ada pada sebuah terminal. Dalam melakukan perencanaan terminal curah kering, penentuan jenis terminal ekspor atau impor harus dilakukan terlebih dahulu. Tidak seperti terminal peti kemas atau *general cargo*, terminal curah kering lebih banyak didesain untuk lalu lintas barang satu arah. Sehingga karakteristik terminal untuk bongkar (impor) dan terminal muat (ekspor) memiliki dasar yang berbeda.

Lokasi pembangunan TCK muat (ekspor) lebih banyak berada pada lokasi yang berdekatan dengan wilayah asal barang, baik itu wilayah pertanian, industri atau pertambangan. TCK muat biasanya merupakan Terminal Khusus yang melayani satu jenis muatan tertentu dengan kuantitas barang yang besar. Sedangkan TCK bongkar (impor) memiliki karakteristik yang lebih beragam, mulai dari lokasi, kuantitas muatan dan jenis alat berat yang digunakan.

8.1.2. KOMODITAS CURAH KERING

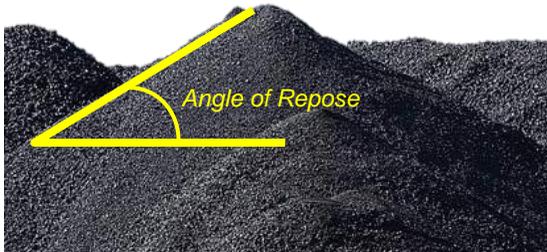
Dalam perencanaan sebuah TCK, terdapat karakteristik khusus dari muatan yang harus menjadi perhatian, sebagai berikut :

- Berat Jenis Curah

Merupakan berat material untuk tiap unit volume dalam bentuk curah. Material dalam bentuk curah memiliki rongga udara di antara partikel-partikelnya sehingga berat jenis curah biasanya lebih kecil dibanding berat jenis material itu sendiri.

- Angle of Repose:

Sudut alami material terhadap bidang horizontal yang dimiliki oleh muatan curah ketika muatan tersebut ditumpuk dan dalam posisi stabil (tidak longsor). Ketika muatan curah tersebut dituang pada bidang horizontal, akan terbentuk tumpukan berbentuk kerucut. Parameter ini digunakan dalam merencanakan bentuk dan luas lapangan penumpukan yang dibutuhkan.



Gambar 8.1 *Angle of Repose* (Sudut Tenang)

- Ukuran butiran
- Abrasivitas
- Kadar bangkitan debu
- Tingkat bahaya (mudah terbakar, mudah meledak, korosif)

Beberapa contoh komoditas curah kering antara lain adalah:

- Mineral (bijih besi , bauksit , fosfat)
- Batu bara
- Produk kehutanan
- Produk pertanian (gandum , beras, jagung, kedelai, gula)
- Produk lainnya (semen, gipsum, tepung)

Tabel 8.1 Properti Material Curah Kering

Komoditas	Berat jenis (t/m^3)	<i>Angle of Repose</i> ($^{\circ}$)	Lokasi Simpan	Bangkitan Debu	Mudah terbakar
Bijih Besi	2.13-3.03	30-50	Luar ruang	Ya	Tidak
Bauksit	1.09-1.19	28-49	Luar ruang	Ya	Tidak

Komoditas	Berat jenis (t/m³)	Angle of Repose (°)	Lokasi Simpan	Bangkitan Debu	Mudah terbakar
Batu Bara	0.52-0.93	30-45	Luar ruang	Ya	Ya
Gandum	0.75-0.85	25-30	Dalam ruang	Ya	Ya
Pelet kayu	0.60-0.70	32-39	Dalam ruang	Ya	Ya
Jagung	0.71-0.80	30-40	Dalam ruang	Ya	Ya
Gula	0.80-0.90	40	Dalam ruang	Ya	Ya
Kedelai	0.78-0.81	30	Dalam ruang	Ya	Ya
Semen	1.56-1.64	35	Dalam ruang	Ya	Tidak

Sumber : Agerschou (2004), Ligteringen & Velsink (2012), PCA Consultants (n.d.), Wu (2012)

8.1.3. KAPAL CURAH KERING

Pada Tabel 8.2 terdapat beberapa jenis kapal curah kering berikut ukuran utamanya:

Tabel 8.2 Jenis dan Ukuran Kapal Curah Kering

Jenis	DWT (Ton)	LOA (m)	Draught (m)	Beam (m)
Handysize	15000-35000	115 - 170	7-10	14-27

Jenis	DWT (Ton)	LOA (m)	Draught (m)	Beam (m)
Handymax	35000-50000	180-190	10-12	27-32
Panamax	50000-80000	200-290	12-15	32.2
Capesize	80000-150000	230-280	14-18	25-45
VLBC	> 150000	280-362	18-24	45-65

Kapal curah kering jenis *Handysize* dan *Handymax* merupakan kapal yang biasa digunakan untuk mengangkut berbagai jenis muatan curah kering antar pelabuhan domestik atau regional. Sedangkan kapal jenis *Capesize* dan *VLBC (Very Large Bulk Carrier)* digunakan untuk pengiriman batu bara dan bijih besi antar negara atau benua. Jenis kapal ini memiliki lebar yang besar, sehingga tidak dapat berlayar melalui terusan Panama dan Suez. Meskipun menempuh jarak yang lebih jauh, kapal ini masih memiliki beberapa keunggulan ekonomis karena besarnya muatan yang dapat diangkut dalam sekali pelayaran.

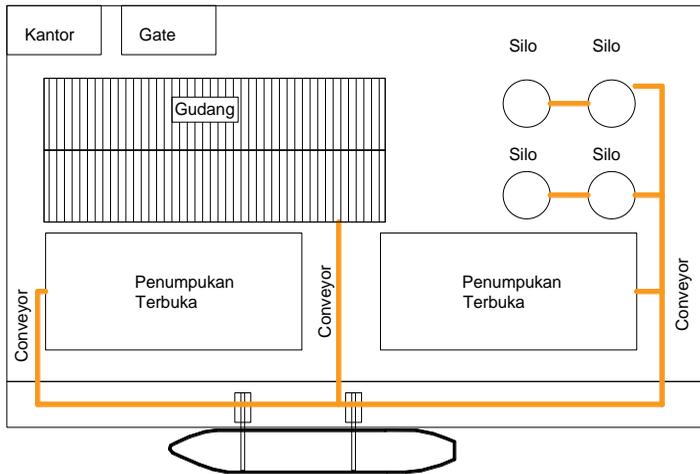
8.2. FASILITAS TERMINAL

Dalam sebuah TCK, terdapat beberapa fasilitas utama yang menjadi kebutuhan penting untuk operasional terminal. Fasilitas utama tersebut adalah :

- Dermaga
- Peralatan bongkar / muat
- Peralatan transportasi horizontal
- Tempat penyimpanan
- Peralatan penunjang

Terdapat perbedaan konfigurasi terminal dan peralatan antara TCK Impor dan Ekspor. Perbedaan tata letak fasilitas tergantung dari

muatan yang dilayani, kondisi lingkungan dan teknologi bongkar muat yang dipergunakan. Secara garis besar tata letak TCK dapat dilihat pada (Gambar 8.2)



Gambar 8.2 Tipikal Tata Letak Terminal Curah Kering

8.2.1 Dermaga

Jenis dermaga yang digunakan sebagai tempat bersandar dan bongkar muat curah kering akan sangat bergantung dari sistem bongkar muat yang dipergunakan. Dermaga dengan alat bongkar muat berbasis rel yang dapat bergerak secara horizontal, dapat menggunakan jenis Pier dan Jetty (Gambar 8.8). Sedangkan dermaga dengan alat bongkar muat menggunakan linear dan *radial loader* dapat menggunakan dermaga dengan sistem *dolphin* (Gambar 8.3 – 8.6)

8.2.2 Peralatan Bongkar / Muat

Peralatan pada Terminal Curah Kering memiliki perbedaan jenis antara alat untuk proses bongkar dan proses muat. Tidak seperti alat bongkar dan muat pada peti kemas yang dapat menggunakan STS Crane yang sama, proses bongkar dan muat pada muatan curah kering membutuhkan peralatan yang berbeda. Pemilihan jenis peralatan tergantung dari jenis muatan yang dibongkar, jumlah muatan yang dibongkar, kondisi lingkungan dan luas lahan yang tersedia. Beberapa jenis alat bongkar muat pada terminal curah kering adalah sebagai berikut :

A. Peralatan Muat (Loader)

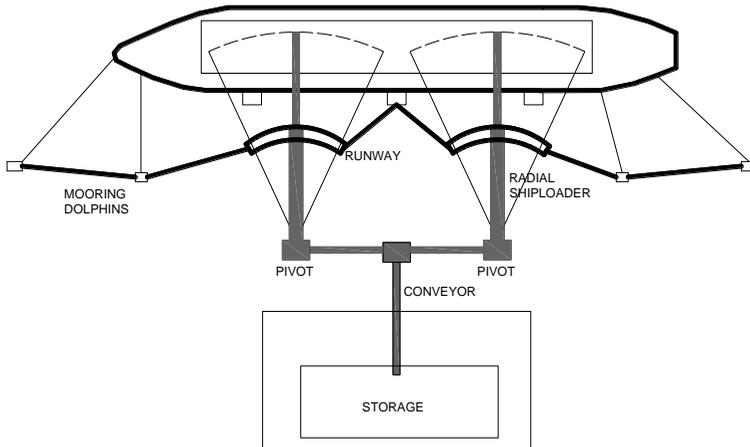
Peralatan untuk memuat curah kering dari tempat penumpukan menuju ke kapal menerapkan prinsip gravitasi yang sederhana. Muatan dari tempat penumpukan dibawa ke alat muat melalui *conveyor belts* untuk kemudian dijatuhkan ke ruang muat kapal melalui sebuah corong (*chute*). Beberapa jenis peralatan muat adalah :

Quadrant / Radial Loader

Radial Loader merupakan alat muat yang bergerak dengan bertumpu pada satu titik *pivot* pada jalur (*runway*) yang melingkar. Muatan curah kering dibawa dari tempat penumpukan dengan menggunakan *conveyor belt* yang terhubung pada *loader*. Dengan gerakan lengan pemuat pada jalur melingkar tersebut, seluruh bagian kapal dapat terjangkau. Untuk melayani kapal dengan panjang yang besar, *dual radial ship loader* dapat digunakan.



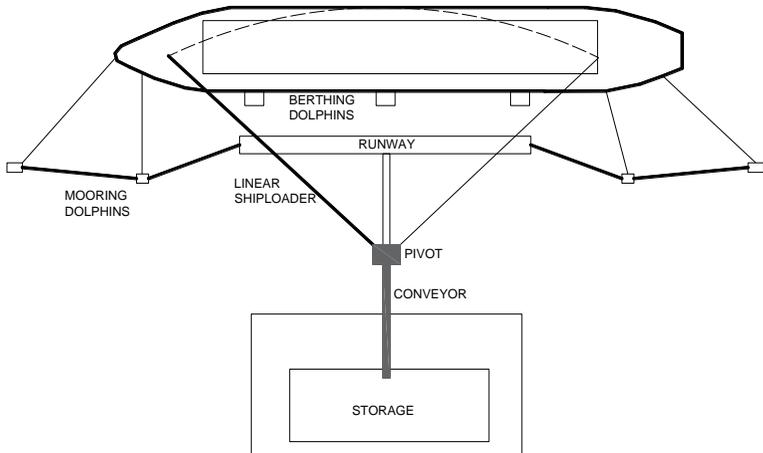
Gambar 8.3 *Radial Ship Loader* pada The Puerto Bolivar, Columbia



Gambar 8.4 Ilustrasi *Dual Radial Ship Loader*

Linear Loader

Linear loader memiliki prinsip yang hampir sama dengan *radial loader*, yaitu gerakan lengan pemuat bertumpu pada satu titik pivot. Yang membedakan adalah landasan (*runway*) dari *loader* berbentuk persegi dengan arah sejajar kapal.



Gambar 8.5 Ilustrasi *Linear Ship Loader*



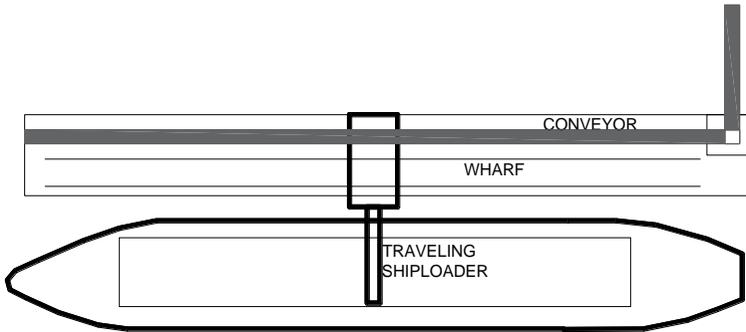
Gambar 8.6 *Linear Ship Loader* pada The Puerto Bolívar, Columbia

Travelling Loader

Traveling loader merupakan alat muat yang bergerak pada rel di sepanjang dermaga. Muatan curah kering dibawa dari tempat penumpukan dengan menggunakan *conveyor belt* yang terhubung pada *loader*. *Loader* ini dapat bergerak di sepanjang dermaga untuk menjangkau semua ruang muat kapal.



Gambar 8.7 *Traveling Loader* pada Hamersley Iron, Australia



Gambar 8.8 Ilustrasi *Traveling Ship Loader*

Untuk material yang sangat mudah menghasilkan debu seperti semen, alat muat khusus dengan sistem *pneumatic* banyak digunakan. Sedangkan untuk dermaga dengan muatan curah kering yang sedikit, *mobile loader* dapat digunakan. Opsi lain adalah dengan menggunakan *fix loader*. Jika menggunakan alat ini, maka kapal harus melakukan manuver maju atau mundur untuk dapat meratakan muatan.

B. Peralatan Bongkar (*unloaders*)

Terdapat banyak jenis peralatan bongkar curah kering. Sistem utama yang banyak digunakan adalah :

- *Grabs*
- *Bucket elevators*
- *Pneumatic systems*
- *Vertical conveyors*

Kapasitas produksi alat bongkar sangat penting dalam menentukan produktivitas terminal, karena kapasitas alat bongkar akan dipergunakan sebagai dasar dalam penentuan kapasitas peralatan lain pada terminal curah kering. Terdapat beberapa jenis terminologi kapasitas yang biasa digunakan dalam perencanaan terminal curah kering, yaitu:

- *Peak Capacity* (Kapasitas Puncak)

Kapasitas puncak adalah kapasitas bongkar yang dihitung dengan asumsi kondisi optimum, seperti muatan kapal kondisi penuh, operator crane yang berpengalaman, alat dalam kondisi prima dan tidak ada gangguan operasional. Kapasitas puncak ini digunakan sebagai kapasitas desain untuk merencanakan fasilitas selanjutnya seperti : *conveyor belt* , gudang , *stacker* dll. Jika fasilitas penunjang tidak mampu mengikuti kapasitas yang dimiliki alat muat, maka akan terjadi hambatan dalam proses bongkar di dermaga.

- *Rated Capacity*

Adalah kapasitas bongkar berdasarkan satu siklus gerakan *grab* atau alat lain dari saat pengambilan muatan pada ruang muat kapal sampai meletakkan muatan pada *hooper*. Perhitungan dilakukan saat kondisi normal untuk satu satuan waktu tertentu.

- *Effective Capacity* (Kapasitas Efektif)

Didefinisikan sebagai kapasitas rata-rata yang dihitung saat operasi bongkar seluruh muatan kapal. *Idle time* saat operasi bongkar seperti pembersihan, perpindahan antar ruang muat, dan penyebab lainnya turut

diperhitungkan. Jika kapasitas efektif dikalikan dengan hari kerja, jumlah tambatan dan *occupancy rate*, maka akan memberikan gambaran kapasitas tahunan dermaga.

Pada pemakaiannya, kapasitas puncak akan menjadi perhatian bagi perencana alat, sedangkan kapasitas efektif akan menjadi perhatian bagi perencana pelabuhan.

Grab Crane

Grab Crane merupakan alat bongkar curah kering yang bekerja dengan mengambil muatan pada ruang muat kapal dengan *grab bucket*, untuk kemudian menuang muatan pada *hooper* untuk kemudian diangkut menuju penumpukan melalui *conveyor*. *Grab crane* dapat bergerak di sepanjang dermaga dengan menggunakan rel. Produktivitas dari *grab crane* tergantung dari kecepatan *hoisting*, kapasitas *grab bucket*, kemampuan operator, muatan yang diangkut, ukuran palka kapal dan beberapa faktor lainnya. Produktivitas bongkar bervariasi antara 500 – 3000 ton / jam. *Grab crane* dapat digunakan pada hampir seluruh muatan curah kering, sehingga alat ini paling banyak digunakan di Terminal Curah Kering.

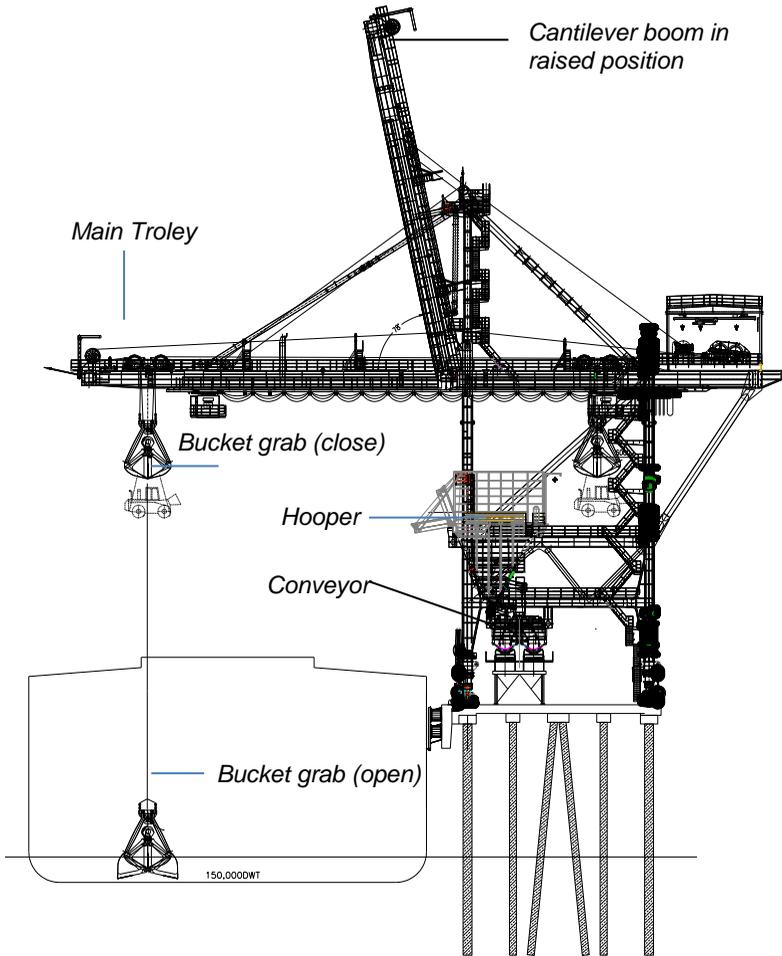
Pneumatic systems

Alat bongkar dengan sistem *pneumatik* dapat dibagi menjadi:

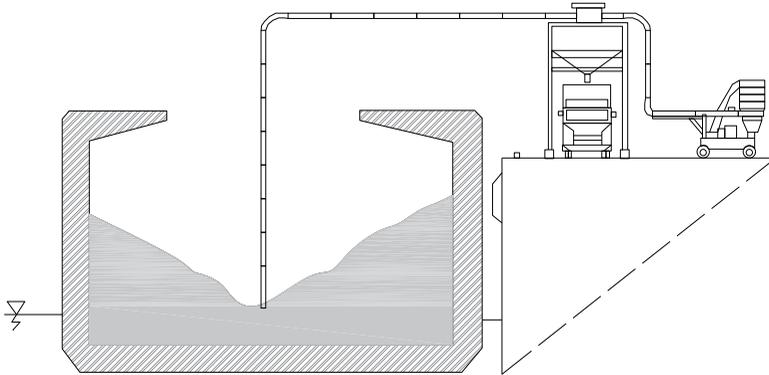
- *Vacuum* atau tipe hisap
- Kombinasi *Vacuum and Blow* (hisap dan hembusan)

Muatan curah kering dengan massa jenis yang rendah seperti biji-bijian dan semen dapat dibongkar dengan menggunakan alat ini. Alat ini memiliki keunggulan pada sedikitnya debu yang keluar saat proses bongkar. Tetapi alat ini memiliki konsumsi daya yang paling besar dibandingkan alat lainnya.

Produktivitas alat ini berkisar antara 200 – 500 ton/jam. Pada beberapa pelabuhan besar, terdapat alat yang memiliki produktivitas sangat besar hingga 1000 ton/jam. Untuk terminal curah kering kecil, *mobile pneumatic* dapat digunakan, dengan produktivitas sekitar 50 ton/jam. Peralatan ini banyak digunakan untuk proses bongkar muat pada bahan curah kering yang sangat halus/ mudah menghasilkan debu seperti semen ataupun tepung.



Gambar 8.9 Ilustrasi Grab Crane



Gambar 8.10 Ilustrasi *Pneumatic Vacuum System*

Bucket elevators

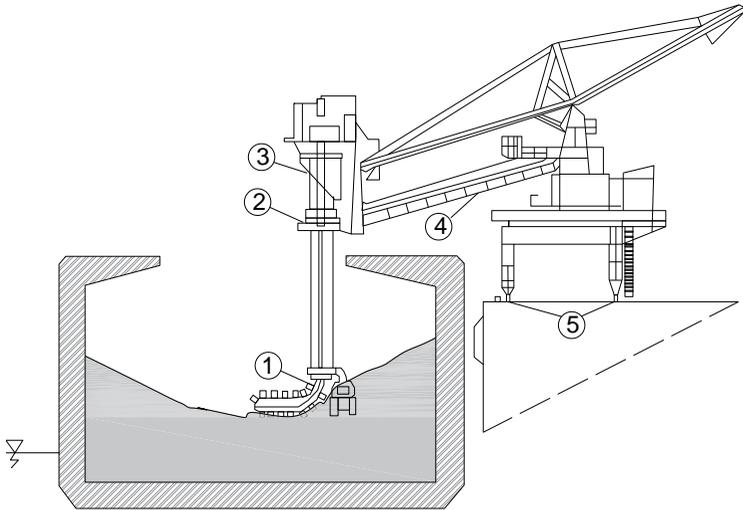
Bucket elevator merupakan alat bongkar muat yang terdiri dari *rotating unloader bucket* yang terhubung pada sebuah lengan. *Bucket* ini berfungsi untuk mengambil dan mentransfer material curah kering dari kapal menuju *conveyor*. Alat ini dapat bergerak di sepanjang dermaga dengan menggunakan rel. Produktivitas alat ini berkisar antara 1000 – 5000 ton/jam.

Vertical conveyors

Terdapat beberapa jenis sistem *vertical conveyor*, yaitu :

- Chain conveyor : 200 t/jam
- Vertical screw conveyor : 900 t/jam
- Spiral conveyor : 75 t/jam

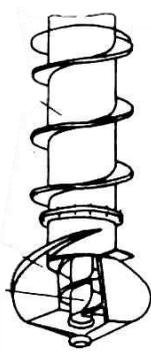
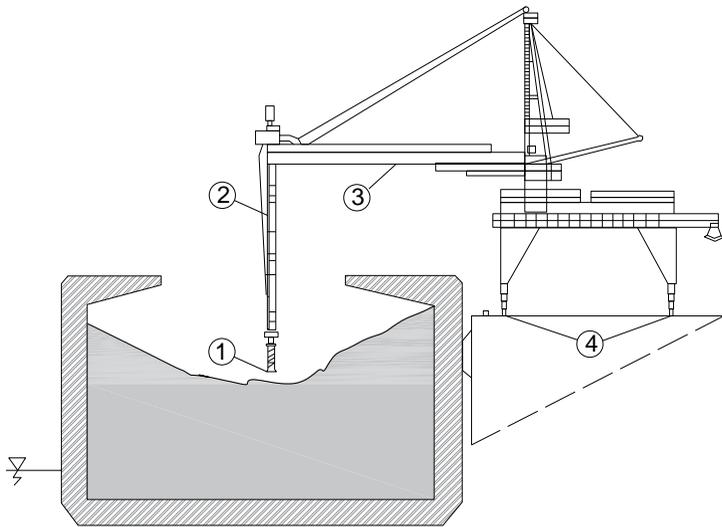
Chain conveyor biasa dibuat dengan lengan pelindung berbentuk kotak, sedangkan *vertical screw* dibuat dengan lengan pelindung berbentuk tabung. Pembongkaran menggunakan *chain conveyor* terbatas pada material curah yang berbentuk bongkahan. Sedangkan pembongkaran dengan *vertical screw* dipergunakan untuk material yang halus dan material berbutir kecil. Untuk *spiral conveyor*, alat ini dipergunakan untuk bongkar muat curah kering dalam kemasan karung.



Keterangan :

1. Unloader Bucket
2. Circular motion positioning
3. Unloading Hooper
4. Conveyor
5. Gantry traveling

Gambar 8.11 Ilustrasi *Bucket Elevator Unloader*



Keterangan :

1. Screw Conveyor
2. Vertical Arm
3. Horizontal Arm
4. Gantry traveling

Gambar 8.12 Ilustrasi *Vertical Screw Conveyor*

8.2.3 Peralatan Transfer Material

Sistem transfer material diperlukan untuk membawa muatan curah kering dari dermaga menuju tempat penumpukan atau sebaliknya. Kegiatan transfer material dapat dilakukan dengan menggunakan *conveyor*, truk ,

buldozer atau kereta khusus. Pada sistem *pneumatic*, transportasi dapat menggunakan pipa.

Jenis alat transfer yang paling umum digunakan dalam terminal curah kering adalah *conveyor*. Salah satu jenis *conveyor* yang umum dipakai adalah *belt conveyor*. *Conveyor* dapat beroperasi terus menerus selama 24 jam per hari, dengan panjang maksimum *conveyor* mencapai beberapa kilometer. Jika jarak antara dermaga dengan lapangan penumpukan sangat jauh (> 10 km), maka transportasi material dengan menggunakan truk atau kereta dapat menjadi opsi yang lebih murah. Untuk pengangkutan muatan curah kering yang mudah berdebu, maka digunakan *belt conveyor* yang tertutup.



Gambar 8.13 Contoh Sistem *Conveyor* Terbuka

8.2.4 Peralatan Penanganan Muatan

Peralatan penanganan muatan diperlukan dalam proses penumpukan pada *stockpile*. Penanganan muatan dapat menggunakan *buldozer*, *stacker*, *reclaimer* atau gabungan *stacker-reclaimer*.

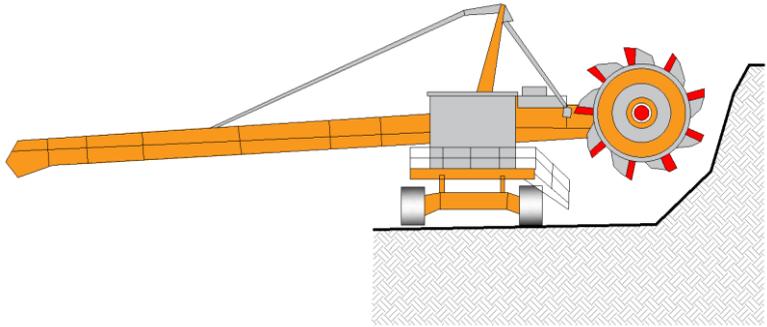
Stacker adalah peralatan yang bergerak di atas rel dengan posisi gerakan sejajar dengan *stockpile*. *Stacker* berfungsi untuk menumpuk material pada *stockpile*. *Stacker* dilengkapi dengan lengan yang tersambung dengan *conveyor*. Lengan ini berfungsi untuk mencurahkan

material pada posisi yang direncanakan. Material dibawa oleh *conveyor* dari dermaga menuju *stockpile*. Pada *stockpile*, *conveyor* terpasang di bawah *stacker* di sepanjang rel *stacker*.

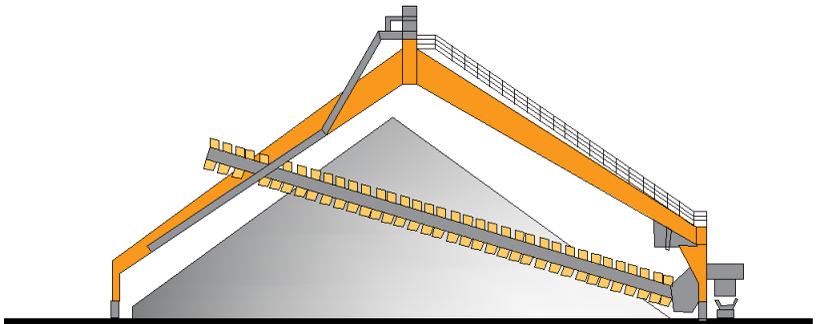


Gambar 8.14 *Stacker* Pada *Stockpile*

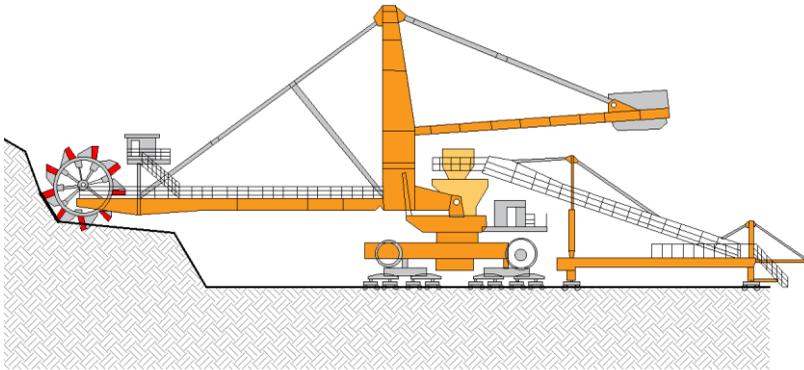
Reclaimer adalah peralatan yang berfungsi untuk mengambil muatan dari *stockpile* untuk ditransportasikan ke tempat lain. *Reclaimer* memiliki lengan yang dilengkapi dengan *bucket wheel*. Lengan ini berfungsi untuk mengambil muatan pada *stockpile*. Fungsi pada *stacker* dan *reclaimer* dapat digabung pada satu alat yang disebut *stacker-reclaimer*. Alat lain yang digunakan untuk mengambil muatan pada *stock yard* adalah *scraper reclaimer* dan *conveyor* bawah tanah.



Gambar 8.15 *Bucket Reclaimer*



Gambar 8.16 *Portal Scraper Reclaimer*



Gambar 8.17 *Stacker- Reclaimer*

8.2.5 Tempat Penyimpanan

Secara umum tempat penyimpanan curah kering dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Tempat penyimpanan terbuka
2. Tempat penyimpanan tertutup
3. Silo

Penggunaan jenis sistem penyimpanan sangat tergantung dari jenis material yang akan ditangani. Beberapa jenis material curah dapat disimpan pada ruang terbuka seperti batu bara dan beberapa bahan tambang lainnya. Tetapi terdapat juga material curah yang akan rusak jika terkena air secara langsung seperti semen dan hasil pertanian.

Tempat Penyimpanan Terbuka (*Open Storage*)

Jenis penyimpanan terbuka yang banyak digunakan adalah penyimpanan pada *stockpile*. *Stockpile* dipergunakan untuk penyimpanan material yang tidak berbahaya terhadap lingkungan dan tidak rusak jika terkena pengaruh cuaca secara langsung. Dimensi *stockpile* tergantung dari *angle of repose* material curah yang ditumpuk dan kecepatan penanganan muatan dari alat yang dipergunakan. Sedangkan tinggi tumpukan pada *stockpile* dipengaruhi oleh kekuatan daya dukung tanah dasar dan juga ketinggian *stacker* dan *reclaimer* yang dipergunakan. Pada muatan yang mudah menghasilkan debu, *stockpile* dapat dilengkapi dengan jaring-jaring

penahan angin atau penyiram air otomatis. Peralatan tambahan tersebut dipasang untuk mencegah gangguan debu pada lingkungan sekitar.



Gambar 8.18 *Stockpile* Batubara (Port Waratah, Australia)

Tempat Penyimpanan Tertutup (*Covered Storage*)

Tempat penyimpanan tertutup biasa dipergunakan untuk menyimpan material curah yang mudah rusak oleh pengaruh cuaca secara langsung. Selain itu, jenis ini juga dipergunakan untuk menyimpan material yang berbahaya terhadap lingkungan. Tempat penyimpanan tertutup dapat berupa struktur gudang dengan bentuk atap segitiga maupun kubah. Pengisian material dalam gudang biasanya menggunakan *conveyor* yang terletak di atas gudang. Sedangkan untuk pengambilan muatan biasa menggunakan *portal scraper reclaimers* maupun *bucket reclaimers*. Penggunaan gudang tertutup sebagai penyimpanan material curah saat ini semakin banyak digunakan. Meningkatnya kesadaran terhadap dampak lingkungan akibat penyimpanan material curah, mendorong penyimpanan curah dengan sistem ini. Beberapa fasilitas penyimpanan batu bara sudah menerapkan sistem ini, meskipun tidak sepenuhnya tertutup. Terutama pada lokasi penyimpanan yang dekat dengan tempat aktivitas umum.



Gambar 8.19 Penyimpanan Batu Bara Tertutup dengan *Bucket Reclaimer*



Gambar 8.20 Penyimpanan Pupuk Tertutup dengan *Conveyor Atas*

Silo

Silo merupakan tempat penyimpanan berbentuk tabung silinder yang terbuat dari logam atau beton. Silo dipergunakan untuk material yang sensitif terhadap cuaca dan lingkungan luar. Material yang disimpan dalam silo biasanya merupakan bahan yang berbutir kecil / halus seperti biji-bijian dan semen. Pengisian silo dilakukan dengan *conveyor* yang terletak di sisi atas silo. Sedangkan pengeluaran muatan dapat menggunakan pipa atau *conveyor* di sisi bawah silo. Material yang keluar dari silo dapat langsung terhubung pada fasilitas lain seperti tempat pengantongan atau langsung

dimuat pada truk di bawah silo. Keuntungan dari Silo adalah tidak diperlukannya alat *reclaimer* untuk mengeluarkan muatan, karena menggunakan sistem gravitasi. Selain itu Silo juga memerlukan luas lahan yang lebih kecil dibanding gudang dengan kapasitas yang sama. Kerugian Silo adalah biaya pembangunan yang mahal dan hanya mampu melayani jenis muatan tertentu.



Gambar 8.21 *Cement Silo*



Gambar 8.22 *Grain Silo*

8.3. PERHITUNGAN KEBUTUHAN FASILITAS

8.3.1 Umum

Perhitungan kebutuhan fasilitas merupakan dasar bagi perencanaan layout sebuah terminal. Dalam perencanaan layout terminal curah kering terdapat beberapa hal yang harus dihitung dan ditentukan:

- Panjang dermaga dan jumlah alat yang dibutuhkan
- Luas area penyimpanan

8.3.2 Dermaga

Secara garis besar, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jumlah tambatan dan dilanjutkan dengan penentuan panjang dermaga. Kebutuhan jumlah tambatan dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

$$n = \frac{Q_a}{Q_c \cdot N_{CB} \cdot W_{HD} \cdot W_{DY} \cdot U_B}$$

dimana :

n	: jumlah tambatan (<i>berth</i>)	(-)
Q _a	: total rencana <i>throughput</i> per tahun	(Ton/ tahun)
Q _c	: produktivitas satu alat bongkar muat	(Ton/jam)
N _{CB}	: Jumlah alat bongkar/muat per tambatan	(-)
W _{HD}	: Jumlah jam kerja dalam 1 hari	(jam/hari)
W _{DY}	: Jumlah hari kerja dalam 1 tahun	(hari/tahun)
U _B	: Berth Occupancy Ratio (BOR)	(%)

Setelah diketahui berapa kebutuhan tambatan untuk sebuah terminal, maka dapat ditentukan kebutuhan panjang dermaga. Untuk dermaga dengan satu tambatan kapal, panjang dermaga ditentukan berdasarkan panjang kapal terbesar yang sering bersandar di dermaga, ditambah dengan panjang jagaan di sisi haluan dan buritan kapal sebagai tempat *mooring lines*.

Sedangkan untuk jumlah tambatan lebih dari satu, panjang dermaga dihitung berdasarkan panjang rata – rata kapal yang bersandar, ditambah dengan panjang jagaan dan dikalikan faktor 1,1. Faktor 1,1 merupakan hasil studi dari UNCTAD , dimana faktor tersebut digunakan untuk

mengakomodasi kejadian yang tidak terduga. Seperti ketika ada lebih dari satu kapal diatas rata-rata yang bersandar bersamaan pada dermaga. Sehingga jika hal tersebut terjadi, diharapkan tidak akan terjadi antrean pada terminal tersebut.

- Untuk $n = 1 \rightarrow L = L_{oa} \max + 2 \cdot 15$
- Untuk $n > 1 \rightarrow L = 1,1 \cdot n \cdot (L_{oa} \text{ rata2} + 15) + 15$

8.3.3 Area Penyimpanan

Kebutuhan luas fasilitas penyimpanan tergantung dari arus muatan per tahun yang dilayani dan lamanya *dwelling time*. Secara umum, besarnya luasan yang diperlukan dapat dicari dengan cara berikut :

$$A_{ck} = \frac{f_{area} \cdot Q_{gd} \cdot T_{dw} \cdot Rc}{H \cdot 365 \cdot m \cdot \rho_{cargo}}$$

dimana :

A_{ck} : Kebutuhan luas tempat penyimpanan curah kering (m^2)

Q_{ck} : Arus bongkar muat per tahun per jenis muatan (ton/tahun)

T_{dw} : Dweeling Time rata-rata (hari)

H : rata – rata ketinggian muatan (m)

m : *yard occupancy ratio* yang dapat diterima (0.65 s/d 0.7)

f_{area} : Rasio antara luas kotor dengan luasan bersih (untuk mempertimbangkan luasan yang digunakan untuk alur alat berat, dll.) (1,2 -1,5)

ρ_{cargo} : massa jenis curah yang akan disimpan (t/m^3)

Rc : *Capacity Ratio* , merupakan faktor yang mengindikasikan persentase muatan yang harus mampu disimpan dalam satu satuan waktu tertentu. Nilai Rc berkisar antara 1,1 – 1,25 untuk terminal impor batu bara ,PIANC (2014b). Atau bisa diambil asumsi sebesar kapasitas penyimpanan selama 2 bulan.

Perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan dapat juga dihitung dengan pendekatan perhitungan volume sebagai berikut :

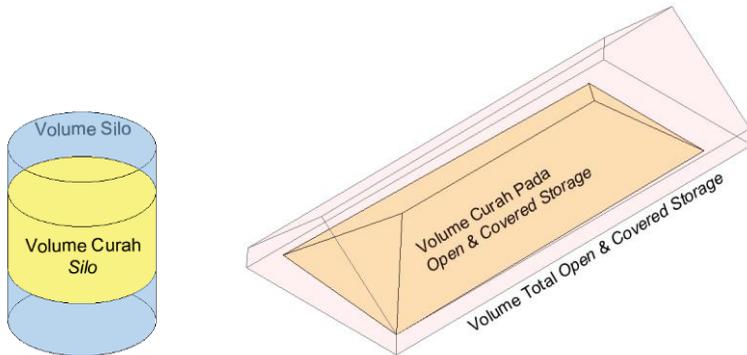
$$V_{ck} = \frac{Q_{ck} \cdot T_{dw} \cdot Rc}{365 \cdot m \cdot \rho_{cargo}}$$

dimana :

V_{ck} : Kebutuhan volume penyimpanan curah kering (m^3)

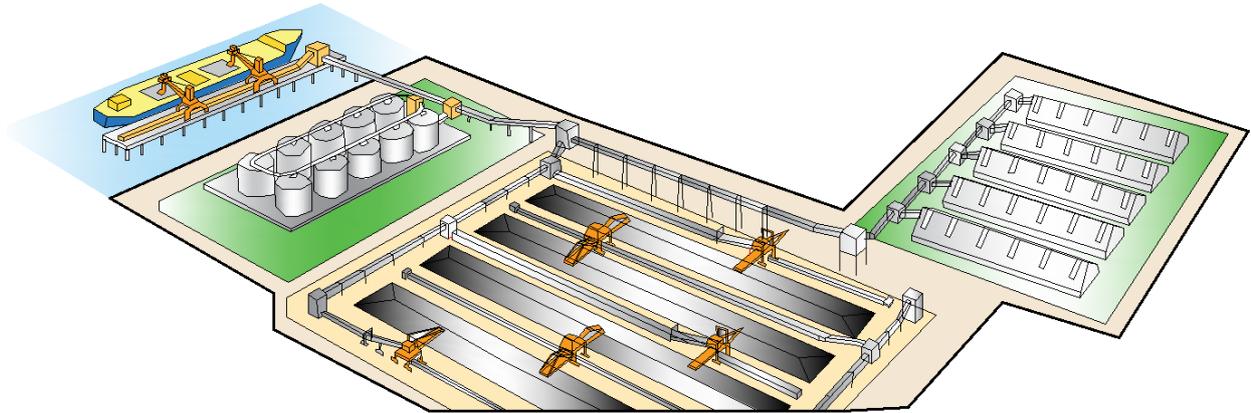
Volume dalam perhitungan tersebut adalah volume neto, atau volume yang diperuntukkan hanya untuk penyimpanan curah kering. Kebutuhan ruang untuk manuver alat berat, *conveyor*, pemipaan dan lainnya harus ditambahkan secara terpisah. Setelah diketahui kebutuhan volume penyimpanan, maka dapat direncanakan panjang, lebar dan tinggi maupun jumlah ruang penyimpanan yang dibutuhkan.

Untuk volume penyimpanan pada *open storage* maupun *covered storage* dapat dihitung dengan pendekatan volume prisma segitiga yang dibentuk oleh tumpukan material. Sudut yang dibentuk oleh prisma segitiga tersebut merupakan *angle of repose* dari material. Sedangkan volume penyimpanan pada silo dapat dihitung dengan pendekatan volume silinder pada isi silo.



Gambar 8.23 Ilustrasi Volume Tempat Penyimpanan

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan fasilitas pelabuhan, maka dapat direncanakan tata letak Terminal Curah Kering sesuai dengan jumlah dan ukuran sesuai hasil perhitungan. Tata letak terminal sangat tergantung dari bentuk lahan dan sistem penanganan material yang digunakan. Secara umum, ilustrasi tata letak Terminal Curah Kering dapat dilihat pada Gambar 8.24. Dalam gambar tersebut, terdapat 3 jenis tempat penyimpanan berupa Silo, *stock pile* dan *covered storage*. Sedangkan transfer muatan dari dermaga menuju tempat penyimpanan dilakukan dengan menggunakan *conveyor*.



Gambar 8.24 Ilustrasi Terminal Curah Kering (Dermaga – Conveyor - Silo – Stockpile – Covered Storage)

DAFTAR PUSTAKA

- Achterberg, F F. 2012. *Trends in Ship-To-Shore Container Cranes*. Faculty Mechanical, Maritime and Materials Engineering. Technical University of Delft.
- Agos, Francisco E, 1991. *Multipurpose Port Terminal Recommendation for Planning and Management*. New York: United Nations Conference on Trade and Development
- Alderton, Patrick M. 2008. *Port Management and Operations (3rd ed)*. London: Informa.
- Bichou, Khalid.2013. *Port Operations, Planning and Logistics*. New York: Informa Law.
- Boose, Jurgen W (ed). 2011. *Handbook of Terminal Planning*. Hamburg: Springer.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. 2014. *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. PP.01/2/19/DJPL – 14 Tentang Penetapan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. 2017. *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. PP.01/5/2/DJPL – 17 Tentang Penetapan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- Dohmen, C J E. 2016. *Scheduling Methods in Liquid Bulk Terminals*. Faculty Mechanical, Maritime and Materials Engineering. Technical University of Delft.
- Jordan, Michael A. 2002. *Quay Crane Productivity*. Miami: TOC Americas
- Kox, S A J. 2017. *A Tool for Estimating Marine Terminal Dimensions and Costs in a Project's Feasibility Phase Taking into Account Uncertainties*. Department of Civil Engineering, Technical University of Delft.
- Lasse, D A. 2011. *Manajemen Kepelabuhanan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Perkasa.
- Ligteringen, H dan Velsink. 2012. *Port and Terminal*. Faculty of Civil Engineering and Geoscience, Technical University of Delft: VSSD.

- Liu, Z., & Burcharth, H. F. 1999. *Port Engineering*. Aalborg: Aalborg Universitet, Inst. for Vand, Jord og Miljøteknik, Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2016. *Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 901 Tahun 2016 Tentang Rencana Induk Kepelabuhanan Nasional*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Memos, Constantine D. *Port Planning*. National Technical University of Athens Zografos, Greece
- Mohseni, Nima S. 2011. *Developing a Tool for Designing a Container Terminal Yard*. Department of Civil Engineering, Technical University of Delft.
- Oil Companies International Marine Forum. 2013. *Mooring Equipment Guidelines (3rd ed)*. Edinburgh: Witherby Publishing Group Ltd.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 64. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pienc Report N° 121 Maritime Navigation Commission. 2014 *Harbor Approach Channels Design Guidelines*. Maritime Navigation Commission (MarCom)
- Sitepu, Yosua and Lanquetin. 1997. *Bontang Future 3rd LNG/LPG Dock: A Design Which Achieves Very High Levels of Flexibility, Safety and Reliability*.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. 2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan*. Tokyo: Daikousha Printing Co., Ltd.
- Thoresen, Carl A. 2014. *Port Designer Handbook (3rd ed)*. London: ICE Publishing.
- Tsinker, Gregory P. 2004. *Port Engineering*. New Jersey: Jon Wiley & Sons Inc.
- United Nations Conference on Trade and Development, 1976. *Port Performance Indicator*. Geneva: United Nations Publication
- United Nations Conference on Trade and Development, 1985. *Port Development A Handbook for Planner in Developing Countries*. New York: United Nations Publication

United Nations Conference on Trade and Development, 2017. *Review of Maritime Transport*. New York: United Nations Publication

Van der Meer, Jori. 2013. *Port Master Plan for the Port of Beira, Mozambique*. Department of Civil Engineering, Technical University of Delft.

Zamanirad, Sirous dan Mazaheri. 2017. *Introducing a Method for More Precise Prediction of Berth Occupancy Ratio in Bulk Liquid Terminals*. International Journal of Coastal & Offshore Engineering vol.1/no. 2/summer 2017 (21-26).