



MANAJEMEN PERENCANAAN PELABUHAN

WAHYUDI SANTOSO

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Buku : MANAJEMEN PERENCANAAN PELABUHAN

Nama Penulis : WAHYUDI SANTOSO



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Alloh Sang pemilik Ilmu yang Maha Sempurna, karena atas kemudahan dan petunjuk-Nya sehingga Buku Ajar **Manajemen Perencanaan Pelabuhan** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Buku ajar ini disusun sebagai salah satu bahan pendukung dalam proses pembelajaran mata kuliah Manajemen Perencanaan Pelabuhan di Universitas Maritim AMNI Semarang. Materi yang disajikan mencakup berbagai aspek penting dalam perencanaan dan pengelolaan pelabuhan, mulai dari konsep dasar pelabuhan, perencanaan fasilitas perairan dan daratan, hingga perencanaan berbagai jenis terminal serta aspek kapasitas, kinerja, utilitas, dan pengembangan fasilitas pelabuhan.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, pemikiran, dan kontribusi dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya buku ajar ini. Tanpa dukungan dari berbagai pihak, penyusunan buku ini tentu tidak dapat terlaksana dengan baik.

Penulis menyadari bahwa buku ajar ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik, saran, dan masukan yang konstruktif dari para pembaca sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan, baik terhadap buku ajar ini maupun terhadap karya-karya lain yang akan dikembangkan pada masa mendatang.

Semoga buku ajar ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, dosen, dan pihak-pihak lain yang memiliki perhatian terhadap bidang manajemen dan perencanaan pelabuhan. Semoga segala upaya dalam penyusunan buku ini menjadi amal yang bermanfaat dan mendapatkan keberkahan dari Allah.

Semarang, 2025
Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Pelabuhan.....	1
1.3 Kebijakan Perencanaan & Pembangunan Pelabuhan.....	5
1.4 Transportasi Laut.....	7
1.5 Karakteristik Dasar Kapal.....	7
1.6 Jenis Kapal dan Muatan.....	8
1.7 Fungsi Pelabuhan.....	11
1.8 Organisasi dan Model Manajemen Pelabuhan.....	11
1.9 Rangkuman.....	12
1.10 Pertanyaan Evaluasi.....	12
BAB II METODE PERENCANAAN PELABUHAN.....	14
2.1 Pendahuluan.....	14
2.2 Prinsip Dasar Perencanaan Pelabuhan.....	14
2.3 Jangka Waktu Perencanaan.....	15
2.4 Tahapan Perencanaan Pelabuhan.....	15
2.5 Tahap Pengumpulan Data.....	17
2.6 Tahap Analisis.....	19
2.7 Tahap Perencanaan Pembangunan dan Pengembangan.....	21
2.8 Rangkuman.....	23
2.9 Tugas.....	23
BAB III PERENCANAAN FASILITAS PELABUHAN.....	25
3.1 Pendahuluan.....	25
3.2 Alur Pelayaran (Channel).....	25
3.3 Kolam Pelabuhan (Harbour Pool).....	29
3.4 Area Berlabuh (Anchorage Area).....	32
3.5 Fasilitas Perairan Lainnya.....	33
3.6 Rangkuman.....	34
3.7 Tugas.....	35
BAB IV PERENCANAAN TERMINAL.....	37
4.1 Umum.....	37
4.2 Komponen Terminal.....	38
4.3 Jenis Terminal.....	38
4.4 Kapasitas dan Kinerja Terminal.....	39
4.5 Penentuan Ukuran Terminal.....	45

4.6	Rangkuman	49
4.7	Tugas.....	51
BAB V TERMINAL PETI KEMAS.....		54
5.1	Pendahuluan.....	54
5.2	Konsep Terminal Peti Kemas	54
5.3	Fasilitas Terminal Peti Kemas	56
5.4	Komponen Utama Terminal Peti Kemas	57
5.5	Peralatan Terminal Peti Kemas.....	59
5.6	Pertimbangan Pemilihan Peralatan Terminal.....	63
5.7	Perencanaan Fasilitas Terminal Peti Kemas	64
5.8	Tata Letak (Layout) Terminal Peti Kemas.....	65
5.9	Integrasi Perencanaan Fasilitas dan Tata Letak Terminal.....	66
5.10	Rangkuman	66
5.11	Tugas.....	67
BAB VI TERMINAL KAPAL CARGO DAN MULTIPURPOSE		68
6.1	Pendahuluan.....	68
6.2	Terminal Kapal Cargo.....	68
6.3	Fungsi dan Kegiatan Operasional Terminal Cargo	69
6.4	Fasilitas Terminal Cargo	70
6.5	Perencanaan Operasional Terminal Cargo	73
6.6	Terminal Multipurpose	74
6.7	Perencanaan Fasilitas Terminal Multipurpose	75
6.8	Tata Letak Terminal Multipurpose.....	77
6.9	Manajemen Kapasitas Terminal Cargo dan Multipurpose.....	77
6.10	Indikator Kinerja Terminal	78
6.11	Pertimbangan Manajerial dalam Perencanaan Terminal	78
6.12	Rangkuman	79
6.13	Tugas.....	79
BAB VII TERMINAL MUATAN CURAH CAIR.....		82
7.1	Pendahuluan.....	82
7.2	Konsep dan Karakteristik Terminal Muatan Curah Cair	82
7.3	Kategori Terminal Muatan Curah Cair	84
7.4	Fasilitas Utama Terminal Muatan Curah Cair	87
7.5	Fasilitas Keselamatan dan Lingkungan	90
7.6	Manajemen Operasional Terminal Curah Cair	90
7.7	Perencanaan Kapasitas Terminal Curah Cair.....	91
7.8	Perencanaan Kapasitas Penyimpanan.....	91
7.9	Perencanaan Dermaga dan Keselamatan Kapal	92
7.10	Manajemen Risiko dan Keselamatan.....	92
7.11	Manajemen Kinerja Terminal Curah Cair	93
7.12	Rangkuman	94
7.13	Tugas.....	94
BAB VIII TERMINAL CURAH KERING.....		96
8.1	Pendahuluan.....	96

8.2	Karakteristik Muatan Curah Kering	96
8.3	Sistem Operasional Terminal Curah Kering.....	97
8.4	Fasilitas dan Peralatan Terminal Curah Kering	98
8.5	Sistem Transfer Material.....	100
8.6	Sistem Penanganan Muatan di Area Penyimpanan	101
8.7	Fasilitas Penyimpanan Muatan Curah Kering	102
8.8	Perencanaan Kapasitas Terminal Curah Kering	103
8.9	Perencanaan Area Penyimpanan.....	103
8.10	Tata Letak Terminal Curah Kering	104
8.11	Aspek Keselamatan dan Lingkungan	105
8.12	Manajemen Kinerja Terminal Curah Kering	105
8.13	Strategi Manajemen Perencanaan Terminal Curah Kering.....	106
8.14	Rangkuman	106
8.15	Tugas.....	107
DAFTAR PUSTAKA.....		109

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkiraan Ukuran Utama Kapal General Cargo (OCDI 2002).....	8
Tabel 1.2 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Petikemas (<i>Thoresen, Carl A 2003</i>).....	9
Tabel 1.3 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ro/Ro (OCDI 2002)	9
Tabel 1.4 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ferry (OCDI 2002)	9
Tabel 1.5 Klasifikasi Kapal Curah Cair.....	10
Tabel 1.6. Perkiraan Ukuran Utama Kapal <i>Oil Tanker</i> (<i>Thoresen, Carl A 2003</i>).....	10
Tabel 1.7 Klasifikasi Kapal Curah Kering.....	10
Tabel 1.8 Perkiraan Ukuran Utama Kapal <i>Bulk Carrier</i> (<i>Thoresen, Carl A 2003</i>).....	11
Tabel 3.1 Kebutuhan Luas Kolam Putar	30
Tabel 3.2 Kebutuhan Radius Area Labuh Free Swinging Mooring.....	32
Tabel 4.1 Rasio Kebutuhan Luas Dermaga	46
Tabel 4.2 Rasio Kebutuhan Luas Terminal	46
Tabel 4.3 Ketinggian Dermaga terhadap HWL	48
Tabel 4.3 Jumlah dan Interval Minimum Bollard per Tambatan.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Alur Pelayanan Barang dan Kapal di Pelabuhan	5
Gambar 1.2 Organisasi Kepelabuhanan di Indonesia	12
Gambar 2.1 Diagram Alir Penyusunan RIP.....	16
Gambar 2.2 Tinjauan Perencanaan Pelabuhan.....	17
Gambar 3.1 Fasilitas utama kolam Pelabuhan.....	25
Gambar 3.2 <i>Unrestricted Channels, Semi Restricted Channels & Restricted Channels</i>	26
Gambar 3.3 Lebar alur pelayaran satu lajur.....	27
Gambar 3.4 Lebar alur pelayaran dua lajur.....	27
Gambar 3.5 Komponen Kedalaman Alur.....	28
Gambar 3.6 Area Pengerukan di Sekitar Dermaga.....	30
Gambar 3.7 Jarak Aman antar Kapal di Tambatan.....	30
Gambar 3.8 Jarak Aman Antar Kapal di Tambatan Berhadapan.....	31
Gambar 3.9 Jarak Aman Antar Kapal (Kapal Kecil).....	31
Gambar 3.10 <i>Free Swinging Mooring</i>	32
Gambar 3.11 <i>Multiple Swinging Mooring</i>	33
Gambar 4.1 Hubungan Aspek Perencanaan.....	37
Gambar 4.2 Penentuan Kapasitas Terminal.....	40
Gambar 4.3 Waktu Pelayanan Kapal.....	41
Gambar 4.4 Penjelasan <i>Dwelling Time</i>	41
Gambar 4.5 Jenis Dermaga.....	47
Gambar 4.6 Ilustrasi Jenis Dermaga.....	47
Gambar 4.7 Konfigurasi Tali Tambat di Dermaga.....	48
Gambar 4.8 Ilustrasi Pemasangan Fender pada Dermaga.....	49
Gambar 5.1 Tata Letak Umum Terminal Peti Kemas.....	58
Gambar 5.2 Hubungan antar fasilitas Terminal Peti kemas.....	59
Gambar 6.1 Ilustrasi Kegiatan Bongkar / Muat Kapal Kargo.....	71
Gambar 6.2 Tata letak Terminal <i>General Cargo</i>	73
Gambar 6.3 Layout Terminal Multipurpose.....	74
Gambar 7.1 Jetty Konvensional.....	84
Gambar 7.2 <i>Multy Buoy Mooring</i>	85
Gambar 7.3 <i>Single Point Mooring</i>	85
Gambar 7.4 Tipikal Tata letak Terminal Curah Cair.....	86
Gambar 8.1 Tipikal Tata Letak Terminal Curah Kering.....	98

BAB 1

Pengenalan Pelabuhan

1.1 Pendahuluan

Bagi Indonesia sebagai negara kepulauan, pelabuhan memiliki kedudukan yang sangat strategis sebagai salah satu infrastruktur vital dalam mata rantai distribusi barang pada suatu negara. Pelabuhan berperan menjadi pintu gerbang utama bagi arus barang pada suatu wilayah, interaksi antara moda transportasi darat dan transportasi laut, dalam bentuk pertukaran barang baik curah maupun kemasan serta pendukung kegiatan perdagangan domestik dan internasional. Oleh karena itu perencanaan suatu pelabuhan harus memperhatikan berbagai aspek, ditinjau dari sisi darat ataupun perairan.

Perencanaan pelabuhan merupakan bidang multidisiplin yang mencakup berbagai aspek, antara lain struktur, kondisi tanah dan fondasi, pelayaran, ekonomi, serta lingkungan, sehingga memerlukan pemahaman dari bidang teknik sipil, teknik perkapalan, teknik kelautan, teknik transportasi, ekonomi, dan teknik lingkungan. Proses perencanaan melibatkan pemilihan tata letak dan tipe struktur yang disesuaikan dengan kapasitas pelabuhan, karakteristik kapal, sistem bongkar muat, serta aspek teknis dan ekonomis lainnya. Perencanaan yang dilakukan secara terpadu dan tepat akan menghasilkan desain pelabuhan yang optimal, sedangkan pengabaian terhadap aspek-aspek tersebut dapat menyebabkan inefisiensi serta meningkatkan biaya operasional, pemeliharaan, dan perbaikan.

1.2 Pelabuhan

A. Pengertian

Menurut Alan E. Branch (1996) Pelabuhan didefinisikan sebagai terminal dan suatu kawasan di mana kapal dimuati dan/atau membongkar muatan dan termasuk tempat-tempat biasa di mana kapal-kapal menunggu untuk mendapat giliran atau disuruh atau diwajibkan menunggu giliran pada area tersebut. Biasanya memiliki konektivitas dengan bentuk transportasi lain dan dengan demikian menyediakan penghubung jasa.

Sedangkan menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, pelabuhan merupakan kawasan yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan untuk:

1. kegiatan pemerintahan;
2. kegiatan perusahaan;
3. tempat kapal bersandar;
4. naik dan turunnya penumpang;
5. kegiatan bongkar muat barang;
6. terminal;
7. tempat berlabuh kapal;
8. fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran;
9. kegiatan penunjang pelabuhan; dan
10. perpindahan intra maupun antarmoda transportasi

B. Jenis Pelabuhan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 51 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut, hierarki pelabuhan laut dalam sistem Tatanan Kepelabuhanan Nasional dibedakan menjadi tiga tingkatan, yaitu Pelabuhan Utama, Pelabuhan Pengumpul, dan Pelabuhan Pengumpan.

1. Pelabuhan Utama

Pelabuhan Utama merupakan pelabuhan yang memiliki fungsi utama melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dan internasional dengan volume pelayanan yang besar. Selain itu, pelabuhan ini juga melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dengan cakupan pelayanan antardaerah atau antarprovinsi.

2. Pelabuhan Pengumpul

Pelabuhan Pengumpul merupakan pelabuhan yang berfungsi melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dengan volume pelayanan menengah. Pelabuhan ini juga melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dengan wilayah pelayanan antardaerah atau antarprovinsi.

3. Pelabuhan Pengumpan

Pelabuhan Pengumpan merupakan pelabuhan yang melayani angkutan laut dalam negeri dengan volume pelayanan terbatas. Pelabuhan ini berfungsi sebagai penghubung atau pengumpan bagi Pelabuhan Utama dan Pelabuhan Pengumpul. Selain itu, pelabuhan pengumpan melayani angkutan penumpang dan penyeberangan dengan cakupan pelayanan dalam wilayah provinsi.

Secara sederhana, hierarki tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Pelabuhan Pengumpan → Pelabuhan Pengumpul → Pelabuhan Utama → Jaringan Pelayaran Nasional dan Internasional

Dalam kategori lainnya Pelabuhan dibagi menjadi:

1. 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

2. Dari segi penyelenggaraannya

- Umum: Untuk melayani kepentingan umum
- Khusus: Untuk melayani kepentingan sendiri dalam rangka menunjang kegiatan

3. Dari segi Penggunaannya

- Pelabuhan Penumpang
- Pelabuhan Minyak
- Pelabuhan Barang
- Pelabuhan Militer
- Pelabuhan Ikan

C. Fasilitas Pelabuhan

Pelabuhan memiliki berbagai fasilitas yang berfungsi untuk mendukung kegiatan operasional, pelayanan kapal, penanganan muatan, serta kelancaran arus barang dan penumpang. Beberapa fasilitas utama pelabuhan meliputi:

1. Terminal

Terminal merupakan bagian dari kawasan pelabuhan yang digunakan untuk menyelenggarakan berbagai aktivitas pelayanan, seperti kapal bersandar, kegiatan bongkar muat, serta penyimpanan barang. Setiap terminal umumnya dikelola oleh operator pelabuhan tertentu sesuai dengan jenis pelayanan dan muatan yang ditangani. Dalam satu kawasan pelabuhan dapat terdapat beberapa terminal dengan fungsi dan karakteristik operasional yang berbeda.

2. Dermaga

Dermaga adalah fasilitas tempat kapal bersandar dan bertambat untuk melaksanakan kegiatan pelayanan. Selain digunakan untuk bongkar muat barang dan penumpang, dermaga juga dapat mendukung berbagai pelayanan kapal, seperti pengisian bahan bakar, penyediaan air bersih, serta penanganan dan pengangkutan limbah kapal.

3. Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan merupakan fasilitas terbuka yang digunakan untuk menyimpan barang atau muatan secara sementara. Fasilitas ini umumnya digunakan untuk jenis muatan yang relatif tahan terhadap pengaruh cuaca sehingga tidak memerlukan ruang penyimpanan tertutup. Dalam pengoperasiannya, lapangan penumpukan memiliki istilah yang berbeda sesuai dengan jenis terminal, yaitu *Container Yard (CY)* pada terminal peti kemas, *Open Storage/Open Yard* pada terminal *general cargo*, dan *Stockpile* pada terminal curah kering.

4. Alur Pelabuhan

Alur pelabuhan atau *approach channel* merupakan jalur perairan dengan batas dan kedalaman tertentu yang menghubungkan perairan laut lepas dengan kolam pelabuhan. Fasilitas ini berfungsi menyediakan jalur pelayaran yang aman dan teratur bagi kapal yang akan masuk maupun keluar dari kawasan pelabuhan.

5. Area Penjangkaran atau Area Labuh

Area penjangkaran atau *anchorage area* merupakan wilayah perairan yang berada di luar kolam pelabuhan dan digunakan oleh kapal untuk berhenti serta menurunkan jangkar sementara. Kapal biasanya menggunakan area ini sebelum memperoleh izin atau giliran untuk memasuki kolam pelabuhan dan mendapatkan pelayanan lebih lanjut.

6. Kolam Putar

Kolam putar atau *turning basin* merupakan area perairan yang disediakan bagi kapal untuk melakukan manuver, berputar, atau mengubah arah pelayaran. Fasilitas ini umumnya ditempatkan di sekitar ujung alur pelabuhan atau pada bagian tertentu dari kolam pelabuhan, dengan ukuran yang disesuaikan dengan karakteristik kapal yang dilayani.

7. Kolam Pelabuhan

Kolam pelabuhan atau *harbour basin* merupakan area perairan yang digunakan kapal untuk melakukan olah gerak, bersandar, bertambat, serta melaksanakan kegiatan

bongkar muat. Kolam pelabuhan harus memiliki kedalaman yang memadai sesuai dengan karakteristik kapal dan memberikan perlindungan yang cukup terhadap pengaruh gelombang agar kegiatan operasional dapat berlangsung secara aman dan efektif.

D. Pelayanan Pelabuhan

1. Pelayanan terhadap Kapal

a. Labuh

Kegiatan kapal berhenti dan menurunkan jangkar untuk menunggu pelayanan berikutnya.

b. Pemanduan

Pelayanan yang diberikan oleh pandu kepada nakhoda untuk membantu kapal melakukan navigasi secara aman di alur atau wilayah wajib pandu.

c. Penundaan

Pelayanan menggunakan kapal tunda untuk:

- mendorong;
- menarik;
- menggandeng;
- mengawal kapal.

d. Tambat

Kegiatan kapal mengikatkan tali tambat pada dermaga atau fasilitas tambatan.

2. Pelayanan terhadap Barang

a. Stevedoring

Kegiatan bongkar muat barang antara kapal dan dermaga.

b. Cargodoring

Pemindahan barang dari dermaga menuju gudang atau lapangan penumpukan.

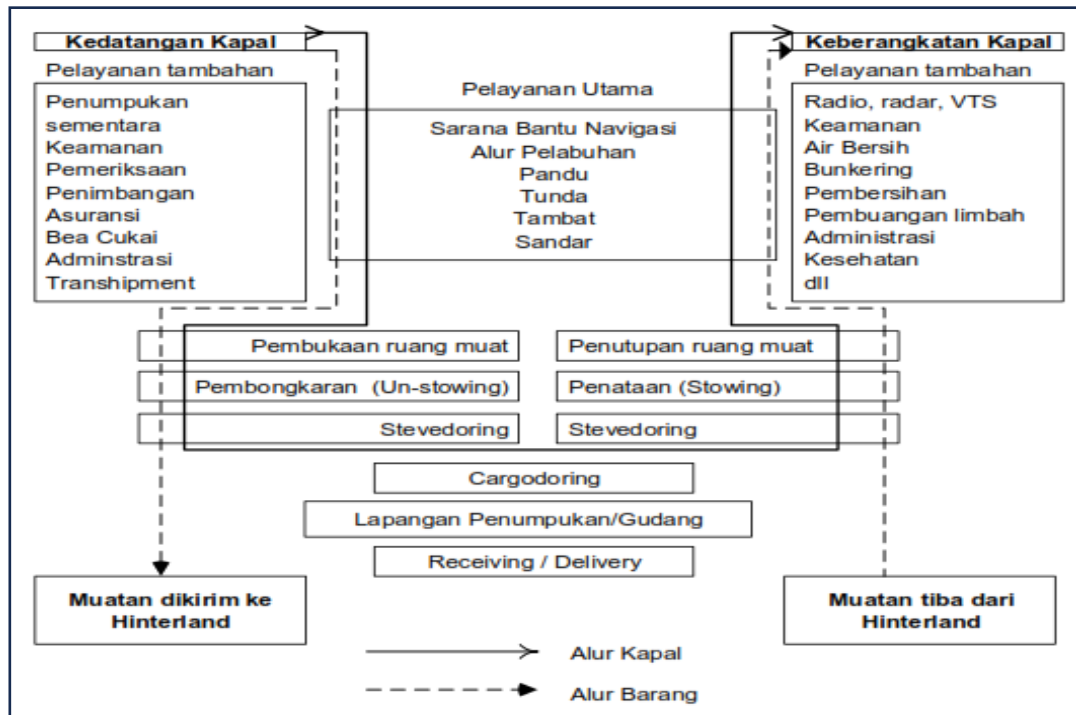
c. Receiving/Delivery

- Receiving: penerimaan barang di gudang atau lapangan penumpukan.
- Delivery: penyerahan barang kepada kendaraan pengangkut.

Secara umum, pelayanan pelabuhan dapat digambarkan sebagai berikut:

Kapal datang → Pandu → Tunda → Tambat → Bongkar/Muat → Penumpukan → Receiving/Delivery → Kapal berangkat

Selain menyediakan pelayanan utama bagi kapal dan barang di dalam kawasan pelabuhan, pelabuhan juga dapat didukung oleh berbagai jasa penunjang yang berada di luar kawasan pelabuhan, seperti depo peti kemas, *dry port*, dan fasilitas logistik lainnya. Pelayanan tambahan bagi kapal meliputi penyediaan air bersih, pengisian bahan bakar (*bunkering*), serta penanganan limbah kapal, sedangkan pelayanan tambahan bagi barang dapat mencakup penimbangan, pemeriksaan kepabeanan, dan kegiatan logistik lainnya. Pada pelabuhan berskala besar, jaringan pelayanan tersebut dapat berkembang secara lebih luas dan terintegrasi dengan kawasan industri, jalur kereta api barang, serta jaringan *inland waterways*, sehingga membentuk sistem distribusi dan logistik yang terhubung dengan wilayah *hinterland*, dijelaskan dalam skema gambar 1.1



Gambar 1.1. Alur Pelayanan Barang dan Kapal di Pelabuhan

1.3 Kebijakan Perencanaan & Pembangunan Pelabuhan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 51 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut, pengoperasian pelabuhan harus melalui tahapan yang sistematis, meliputi penetapan lokasi, penyusunan Rencana Induk Pelabuhan (RIP), pembangunan, dan pengoperasian.

A. Penetapan Lokasi

Penentuan lokasi pelabuhan harus mempertimbangkan:

1. aspek teknis;
2. aspek ekonomi;
3. aspek lingkungan;
4. kesesuaian dengan tata ruang;
5. keselamatan dan keamanan pelayaran;
6. hasil studi kelayakan.

Lokasi pelabuhan juga harus sesuai dengan:

1. Rencana Induk Pelabuhan Nasional;
2. Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi;
3. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota.

B. Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan

Rencana Induk Pelabuhan atau RIP merupakan dokumen penting yang menjadi dasar:

1. pembangunan;
2. pengoperasian;
3. pengembangan;
4. pengaturan ruang pelabuhan.

Perencanaan RIP meliputi:

1. Wilayah Daratan
 - a. dermaga;
 - b. gudang;
 - c. lapangan penumpukan;
 - d. terminal;
 - e. fasilitas perkantoran;
 - f. kawasan industri;
 - g. jaringan listrik;
 - h. air bersih;
 - i. telekomunikasi;
 - j. drainase;
 - k. pengelolaan limbah.
2. Wilayah Perairan
 - a. alur pelayaran;
 - b. area labuh;
 - c. kolam pelabuhan;
 - d. area karantina;
 - e. area kapal pengangkut B3;
 - f. area pandu;
 - g. area pengembangan pelabuhan.
3. Rencana waktu pengembangan RIP terdiri atas:

Periode	Jangka Waktu
Jangka pendek	5–10 tahun
Jangka menengah	10–15 tahun
Jangka panjang	15–20 tahun

C. Pembangunan Pelabuhan

Pembangunan pelabuhan harus berdasarkan:

1. Rencana Induk Pelabuhan;
2. studi kelayakan;
3. desain teknis;
4. dokumen lingkungan;
5. izin pembangunan.

Pembangunan harus memperhatikan kesesuaian antara:

Kebutuhan → Kapasitas → Desain → Pembiayaan → Lingkungan

D. Pengoperasian Pelabuhan

Pelabuhan dapat dioperasikan setelah:

1. pembangunan selesai;
2. dilakukan pemeriksaan fisik;
3. dilakukan uji coba operasional;
4. terpenuhi aspek keselamatan;
5. tersedia fasilitas pelayanan;
6. tersedia SDM yang kompeten;

7. tersedia sistem pengelolaan lingkungan.

E. Pengembangan Pelabuhan

Pengembangan dilakukan apabila kapasitas pelabuhan sudah tidak mampu melayani:

1. peningkatan arus kapal;
2. peningkatan arus barang;
3. pertumbuhan penumpang;
4. perkembangan kawasan hinterland.

1.4 Transportasi Laut

Transportasi laut memiliki peranan penting dalam sistem logistik, terutama bagi negara kepulauan seperti Indonesia.

A. Keunggulan transportasi laut

1. mampu mengangkut muatan dalam jumlah besar;
2. biaya angkut relatif rendah;
3. efektif untuk perdagangan antarpulau dan internasional;
4. mampu mengangkut berbagai jenis komoditas.

B. Kelemahan transportasi laut

1. membutuhkan transportasi lanjutan dari pelabuhan ke tujuan akhir;
2. waktu pengiriman dapat dipengaruhi cuaca;
3. dapat terjadi antrean dan waktu tunggu;
4. terdapat proses pemeriksaan dan administrasi.

Oleh karena itu, perencanaan pelabuhan harus selalu disesuaikan dengan perkembangan:

1. volume perdagangan;
2. jenis muatan;
3. ukuran kapal;
4. teknologi bongkar muat;
5. perkembangan jaringan transportasi.

1.5 Karakteristik Dasar Kapal

Dalam perencanaan pelabuhan, ukuran kapal sangat penting karena memengaruhi:

1. panjang dermaga;
2. kedalaman kolam;
3. ukuran alur pelayaran;
4. kapasitas kolam putar;
5. jenis alat bongkar muat.

Parameter Utama Kapal

1. GT – *Gross Tonnage*: Menunjukkan volume total ruang tertutup kapal.
2. DWT – *Deadweight Tonnage*: Menunjukkan kemampuan kapal membawa beban maksimum, termasuk:

- a. muatan;
 - b. bahan bakar;
 - c. air;
 - d. awak kapal;
 - e. perlengkapan dan kebutuhan lainnya.
3. Draft: Jarak vertikal antara garis air dan lunas kapal, semakin besar muatan kapal, semakin besar draft kapal.
 4. LOA – Length Overall: Panjang keseluruhan kapal.
 5. Beam: Lebar maksimum kapal.
 6. TEU – Twenty-foot Equivalent Unit: Satuan kapasitas peti kemas berdasarkan kontainer standar 20 kaki.

1.6 Jenis Kapal dan Muatan

1. General Cargo

Mengangkut barang dalam bentuk: kotak, peti, karung, drum dan barang berpendingin.

Tabel 1.1 Perkiraan Ukuran Utama Kapal *General Cargo* (OCDI 2002)

<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

2. Kapal Peti Kemas

Mengangkut muatan dalam kontainer standar, keunggulan kontainerisasi:

- a. mempercepat proses bongkar muat;
- b. mengurangi waktu tunggu kapal;
- c. meningkatkan efisiensi distribusi;
- d. memudahkan perpindahan antarmoda.

Tabel 1.2 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Petikemas (*Thoresen, Carl A 2003*)

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

3. Kapal Ro/Ro

Ro/Ro atau Roll-on/Roll-off merupakan kapal yang memungkinkan kendaraan atau muatan beroda masuk dan keluar kapal melalui ramp. Contoh muatan: truk, trailer, kendaraan, alat berat.

Tabel 1.3 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ro/Ro (OCDI 2002)

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
4,000	134	20.7	6.3
6,000	154	22.9	7.0

Tabel 1.4 Perkiraan Ukuran Utama Kapal Ferry (OCDI 2002)

<i>Short-to-medium distance ferries (sailing distance less than 300km)</i>			
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
<i>Long distance ferries (sailing distance 300km or more)</i>			
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

4. Kapal Curah Cair

Contohnya: crude oil tanker, product tanker, chemical tanker & parcel tanker.

Tabel 1.5 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

Tabel 1.6. Perkiraan Ukuran Utama Kapal Oil Tanker (Thoresen, Carl A 2003)

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

5. Kapal Curah Kering

Mengangkut: batu bara, biji-bijian, bijih besi, mineral, bahan baku industri.

Tabel 1.7 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 1.8 Perkiraan Ukuran Utama Kapal *Bulk Carrier* (Thoresen, Carl A 2003)

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
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

1.7 Fungsi Pelabuhan

1. Fungsi *Gateway*

Pelabuhan berfungsi sebagai pintu resmi bagi lalu lintas barang perdagangan dan orang (penumpang)

2. Sebagai Mata Rantai Transportasi

Pelabuhan menjadi bagian dari proses pemindahan barang dari tempat asal menuju tempat tujuan.

3. Sebagai Titik Pertemuan Moda Transportasi (Link)

Pelabuhan menghubungkan:

Transportasi Laut ↔ Transportasi Darat

Dalam sistem logistik modern, hubungan tersebut dapat diperluas menjadi:

Kapal ↔ Pelabuhan ↔ Truk/Kereta Api ↔ Kawasan Industri/Hinterland

4. Sebagai Penggerak Ekonomi

Pelabuhan mendukung:

- perdagangan;
- industri;
- ekspor-impor;
- distribusi barang;
- pertumbuhan wilayah.

1.8 Organisasi dan Model Manajemen Pelabuhan

Secara umum terdapat empat model organisasi pelabuhan.

1. *Public Service Port*

Pemerintah memiliki dan mengelola sebagian besar fasilitas pelabuhan.

2. *Tool Port*

Pemerintah menyediakan infrastruktur dan fasilitas, sedangkan kegiatan operasional dilakukan oleh perusahaan bongkar muat.

3. *Landlord Port*

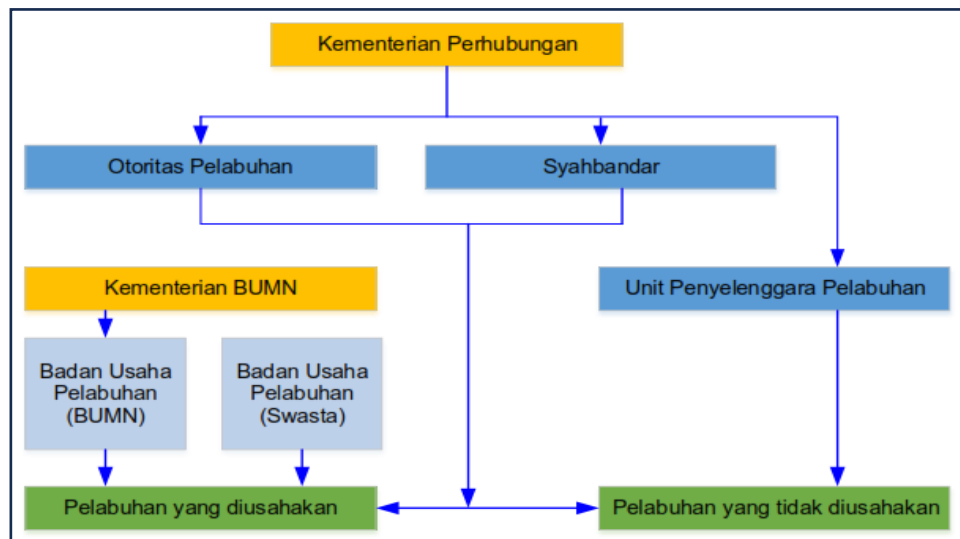
Pemerintah atau Otoritas Pelabuhan menyediakan infrastruktur, sedangkan Badan Usaha Pelabuhan melakukan investasi dan kegiatan operasional melalui sistem konsesi.

4. Private Service Port

Lahan, infrastruktur, fasilitas, dan kegiatan operasional pelabuhan dimiliki dan dikelola oleh pihak swasta. Model Indonesia

Indonesia menerapkan sistem Landlord Port, yaitu adanya pembagian peran antara:

- a. Kementerian Perhubungan;
- b. Otoritas Pelabuhan;
- c. Syahbandar;
- d. Unit Penyelenggara Pelabuhan;
- e. Badan Usaha Pelabuhan;
- f. BUMN;
- g. Badan usaha swasta.



Gambar 1.2 Organisasi Kepelabuhanan di Indonesia

1.9 Rangkuman

Pelabuhan merupakan infrastruktur strategis dalam sistem transportasi dan logistik. Pelabuhan tidak hanya berfungsi sebagai tempat kapal bersandar, tetapi juga sebagai pusat perpindahan barang, penumpang, dan antarmoda transportasi. Perencanaan pelabuhan harus dilakukan secara terpadu dengan memperhatikan:

Kapal + Muatan + Perairan + Infrastruktur + Transportasi Darat +
Ekonomi + Lingkungan + Keselamatan

Pelabuhan yang baik harus mampu:

1. melayani kapal secara aman;
2. mempercepat arus barang;
3. mengurangi waktu tunggu;
4. menyediakan fasilitas yang sesuai;
5. mendukung sistem logistik;
6. berkembang sesuai kebutuhan wilayah.

1.10 Pertanyaan Evaluasi

1. Mengapa pelabuhan disebut sebagai pintu gerbang suatu negara?

2. Jelaskan perbedaan pelabuhan utama, pengumpul, dan pengumpan.
3. Apa perbedaan antara dermaga, terminal, kolam pelabuhan, dan alur pelayaran?
4. Jelaskan perbedaan stevedoring, cargodoring, dan receiving/delivery.
5. Mengapa ukuran kapal penting dalam perencanaan pelabuhan?
6. Apa yang dimaksud dengan GT, DWT, draft, LOA, beam, dan TEU?
7. Jelaskan keunggulan dan kelemahan transportasi laut.
8. Jelaskan fungsi Rencana Induk Pelabuhan.
9. Apa yang dimaksud dengan model Landlord Port?
10. Mengapa perencanaan pelabuhan harus memperhatikan aspek teknis, ekonomi, lingkungan, dan keselamatan?

BAB II

METODE PERENCANAAN PELABUHAN

2.1 Pendahuluan

Perencanaan pelabuhan merupakan proses yang kompleks karena melibatkan berbagai aspek, seperti tata ruang, teknik sipil, teknik kelautan, pelayaran, operasional, ekonomi, lingkungan, dan aspek hukum. Berbeda dengan perencanaan infrastruktur pada umumnya, pelabuhan harus dirancang dengan mempertimbangkan perkembangan arus kapal dan barang dalam jangka panjang. Oleh karena itu, pembangunan pelabuhan tidak hanya didasarkan pada kebutuhan saat ini, tetapi juga harus memperhitungkan kebutuhan masa mendatang. Tujuan utama perencanaan pelabuhan adalah menemukan kondisi optimal antara:

Kapasitas Pelabuhan + Biaya Pembangunan + Tingkat Pelayanan

Kapasitas pelabuhan harus disesuaikan dengan proyeksi jumlah kapal, penumpang, dan barang yang akan dilayani. Pengembangan kapasitas dilakukan secara bertahap sesuai dengan pertumbuhan permintaan.

2.2 Prinsip Dasar Perencanaan Pelabuhan

Perencanaan pelabuhan harus memperhatikan beberapa prinsip utama:

1. Berorientasi pada Permintaan

Fasilitas pelabuhan harus direncanakan berdasarkan:

- a. jumlah kapal;
- b. jenis dan ukuran kapal;
- c. volume barang;
- d. jumlah penumpang;
- e. pola pertumbuhan lalu lintas.

2. Berorientasi pada Masa Depan

Pelabuhan harus memiliki ruang dan kapasitas untuk dikembangkan.

3. Terintegrasi

Perencanaan harus mengintegrasikan:

Laut → Pelabuhan → Terminal → Jalan/Rel → Hinterland

4. Efisien

Fasilitas tidak boleh dibangun secara berlebihan sehingga menyebabkan investasi tidak efisien.

5. Aman dan Berkelanjutan

Perencanaan harus memperhatikan:

- a. keselamatan pelayaran;
- b. keselamatan kerja;
- c. keamanan;
- d. lingkungan;
- e. pengelolaan limbah.

2.3 Jangka Waktu Perencanaan

Perencanaan pelabuhan dilakukan dalam beberapa tahapan waktu.

1. Jangka Pendek (5-10 tahun)

Digunakan untuk mengatasi kebutuhan pelayanan yang mendesak. Contohnya:

- a. penambahan peralatan;
- b. perbaikan fasilitas;
- c. peningkatan kapasitas operasional.

2. Jangka Menengah (10-15 tahun)

Digunakan untuk pengembangan fasilitas secara bertahap.

3. Jangka Panjang (15-20 tahun)

Digunakan untuk mencapai kondisi pengembangan akhir atau ultimate phase.

Dalam perencanaan pelabuhan, proyeksi kebutuhan jasa angkutan laut dapat dilakukan hingga sekitar 20 tahun ke depan, meliputi prakiraan pergerakan kapal, penumpang, barang, rute pelayaran, dan jenis kapal yang beroperasi.

2.4 Tahapan Perencanaan Pelabuhan

Secara umum, metode perencanaan pelabuhan terdiri atas tiga tahap utama:

Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data → Tahap Analisis → Tahap
Rencana Pengembangan

Beberapa bidang ilmu yang penting dalam perencanaan pelabuhan adalah:

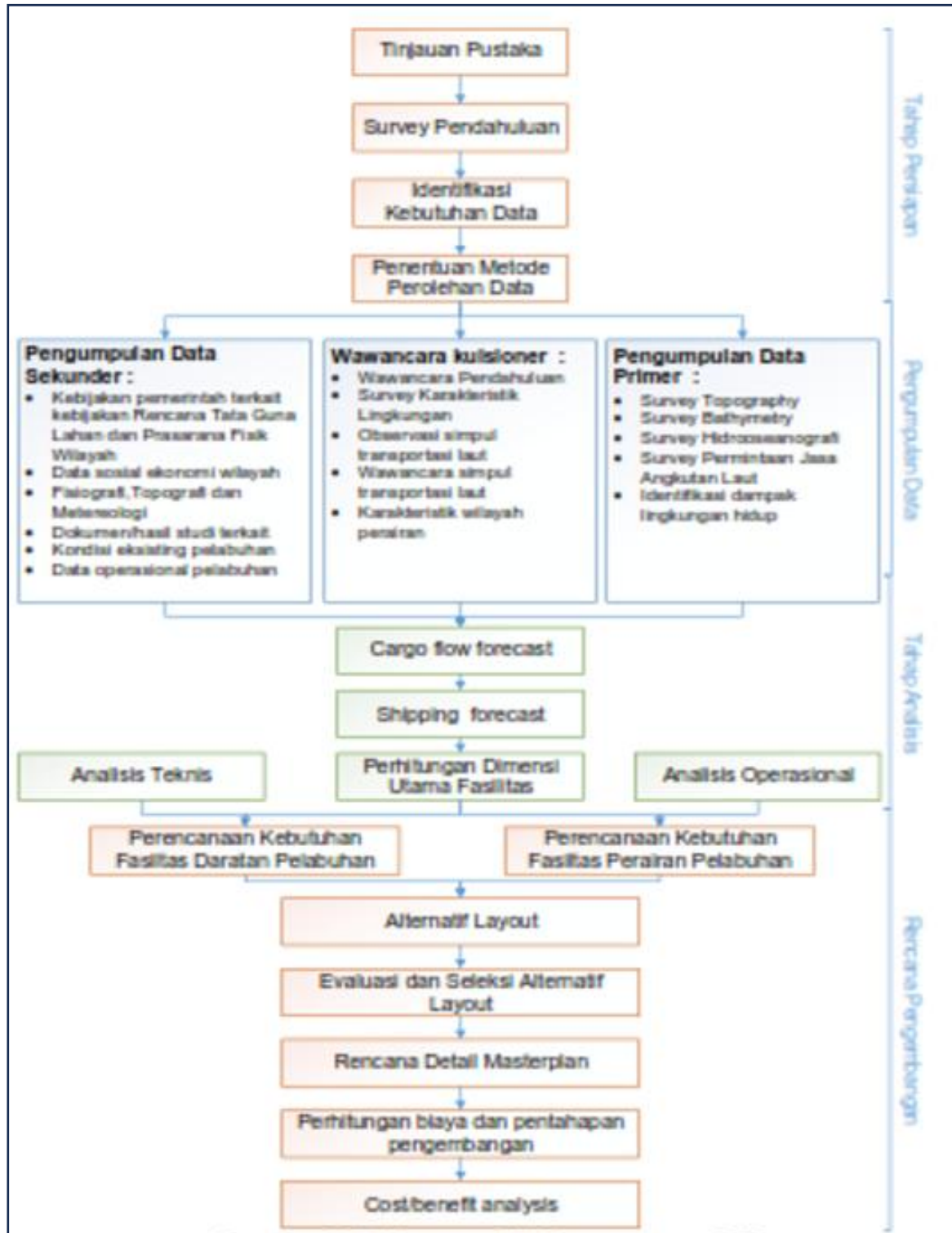
1. Teknis

- *Hydro-Oceanography* (iklim, gelombang, arus, dll.)
- Teknik Pantai (morfologi, pemecah gelombang, dll.)
- Struktur Pantai (dermaga, trestle, dll.)
- Pengerukan (penggalan, 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)

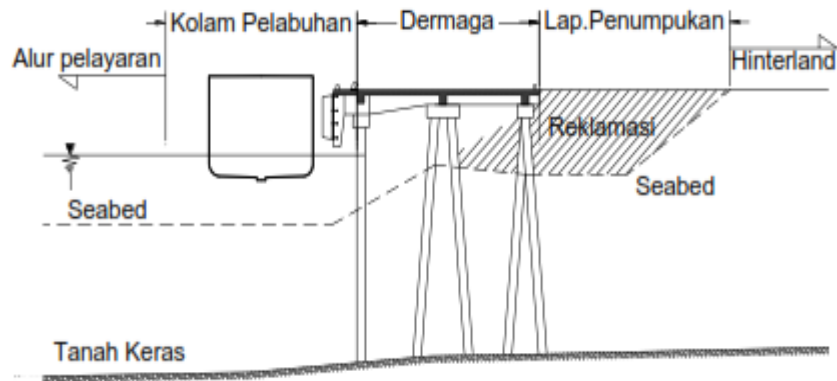
2. Ekonomi

- Ekonomi Makro dan Ekonomi transportasi (peramalan muatan)

- Ekonometri (analisis ekonomi dan keuangan)
 - Perdagangan (pembiayaan, pemasaran)
3. Sosial / Lingkungan
- Penataan ruang
 - Dampak lingkungan (analisis polusi udara, air, kebisingan, tanah dll.)
 - Hukum (persyaratan, perizinan lokal dan nasional)



Gambar 2.1 Diagram Alir Penyusunan RIP



Gambar 2.2 Tinjauan Perencanaan Pelabuhan

2.5 Tahap Pengumpulan Data

A. Data Sekunder

Data sekunder meliputi:

1. Kebijakan dan Tata Ruang

- Rencana Induk Pelabuhan Nasional;
- Tatanan Transportasi Nasional;
- Tatanan Transportasi Wilayah;
- Tatanan Transportasi Lokal;
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi;
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten/Kota;
- kawasan strategis ekonomi;
- kawasan rawan bencana.

2. Data Sosial Ekonomi

- jumlah dan pertumbuhan penduduk;
- Produk Domestik Regional Bruto (PDRB);
- pertumbuhan ekonomi;
- ekspor dan impor;
- potensi investasi;
- industri;
- komoditas unggulan;
- kondisi masyarakat.

3. Data Fisiografi dan Meteorologi

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

4. Dokumen/hasil studi terkait
 - a. Hasil studi atau perencanaan pengembangan pelabuhan yang terkait;
 - b. Hasil studi atau rencana pihak-pihak swasta/investor terhadap area tertentu di kawasan pelabuhan;
 - c. Hasil studi atau perencanaan sektor-sektor lain yang terkait dengan rencana pembangunan pelabuhan
5. Data Pelabuhan Eksisting
 - a. fasilitas pelabuhan;
 - b. layout;
 - c. kondisi alur;
 - d. Data Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP);
 - e. data operasional.

B. Wawancara dan Kuesioner

Wawancara dan kuesioner dilakukan untuk memperoleh masukan dari para pemangku kepentingan terkait rencana pengembangan pelabuhan. Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan pada tahun 2014, proses pengumpulan informasi melalui wawancara dilakukan terhadap pihak-pihak terkait 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 mencemarkan lingkungan;
4. Dinas Pekerjaan Umum;
5. Operator kapal;
6. Masyarakat sekitar pelabuhan;
7. Pengguna jasa pelabuhan.

Kegiatan dapat berupa:

1. wawancara pendahuluan, mengidentifikasi wilayah yang digunakan untuk transportasi, pusat pergerakan, dan rencana pengembangan transportasi. Hasil dari wawancara ini digunakan sebagai analisis awal untuk survei berikutnya;
2. survei karakteristik lingkungan, mengetahui karakteristik masyarakat di sekitar pelabuhan yang menjadi pengguna transportasi laut. Survei meliputi kondisi fisik,

- ekonomi, dan sosial kemasyarakatan transportasi laut, zona asal dan tujuan barang / penumpang, jenis dan ukuran kapal, serta hambatan yang ada;
3. observasi simpul transportasi laut, data primer mengenai kondisi dan karakteristik transportasi laut yang meliputi: kondisi pelabuhan, jaringan;
 4. wawancara simpul transportasi, 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;
 5. survei karakteristik perairan, mendapatkan informasi mengenai karakteristik wilayah perairan.

C. Data Primer / Survei Lapangan

Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, survei Lapangan yang dilakukan meliputi survei berikut::

1. survei topografi, mencakup batas-batas luar wilayah pelabuhan dan pemetaan terhadap fasilitas-fasilitas eksisting di dalam wilayah pelabuhan;
2. survei batimetri, mencakup kerapatan, kedalaman yang diukur sampai batas dari alur pelayaran masuk;
3. survei hidro-oseanografi
 - a. Pasang Surut, untuk menentukan kedudukan air tertinggi, duduk tengah dan air terendah yang dicapai maupun kedudukan LWS;
 - b. Pengukuran Arus,
4. survei permintaan jasa angkutan laut, meliputi;
 - a. Jumlah kunjungan kapal (ship call);
 - b. Jumlah pergerakan penumpang;
 - c. Volume pergerakan barang;
 - d. Rute/jaringan dan status pelayaran;
 - e. Tipe/jenis kapal yang beroperasi.
5. identifikasi dampak lingkungan, meliputi;
 - a. Pencemaran udara dan air akibat pengoperasian kapal laut;
 - b. Dampak terhadap flora dan fauna;
 - c. Dampak terhadap sosial, ekonomi dan budaya, kesehatan masyarakat;
 - d. Pengendalian limbah padat dan cair;
 - e. Rekomendasi jenis studi lingkungan yang harus dilakukan

2.6 Tahap Analisis

A. Analisis Prakiraan Jasa Angkutan Laut

Berdasarkan Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan tahun 2014 oleh Kementerian Perhubungan, analisis perkiraan yang dilakukan untuk memprediksi:

1. Analisis prakiraan permintaan jasa angkutan laut (20 tahun ke depan);
 - 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. *Origin-Destination Analysis*: Analisis asal dan tujuan pergerakan kapal, barang, dan penumpang.
 3. *Modal Split Analysis*: Analisis pembagian penggunaan moda transportasi, misalnya: Kapal – Truk – Kereta Api

B. Analisis Teknis

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

C. Analisis Operasional

1. jenis kapal;
2. ukuran kapal;
3. pengaruh gelombang;
4. kondisi alur;
5. hubungan dengan pelabuhan lain;
6. sistem operasi;
7. SBNP.

D. Analisis Kebutuhan Pengembangan

Analisis kebutuhan jenis fasilitas dan lahan pelabuhan dilakukan dengan mengacu pada hierarki pelabuhan sebagaimana ditetapkan dalam Rencana Induk Pelabuhan Nasional (RIPN). Analisis tersebut mencakup penentuan jenis fasilitas yang diperlukan sesuai dengan fungsi, hierarki, dan kebutuhan operasional Pelabuhan, meliputi:

1. fasilitas perairan;
2. fasilitas daratan;
3. sarana bantu navigasi pelayaran (SBNP);
4. fasilitas penunjang;
5. utilitas (Listrik, telepon, penerangan, drainase, air bersih, pengolahan air limbah, bahan bakar, jaringan jalan)

Perencanaan juga harus menentukan:

1. target kemampuan pelayanan;
2. tahapan pengembangan;
3. tahapan pembangunan;
4. prioritas investasi.

Penyusunan Alternatif Layout

Setelah kebutuhan fasilitas diketahui, disusun beberapa alternatif tata letak atau layout. Layout harus mempertimbangkan:

1. arah angin;
2. arah gelombang;
3. arus;
4. alur pelayaran;
5. posisi dermaga;
6. hubungan dengan terminal;
7. akses jalan;
8. kebutuhan lahan;
9. potensi pengembangan.

Selanjutnya dilakukan:

Evaluasi Alternatif → Pemilihan Layout Terbaik → Masterplan

E. Analisis Biaya dan Tahapan Pembangunan

Analisis kebutuhan biaya pembangunan merupakan perhitungan biaya secara rinci berdasarkan tahapan pengembangan fasilitas pelabuhan, dengan mengacu pada standar harga pemerintah atau harga pasar yang berlaku serta mempertimbangkan hasil analisis ekonomi dan finansial dan kemampuan pendanaan, berdasarkan:

1. jenis fasilitas;
2. volume pekerjaan;
3. tahapan pembangunan;
4. harga satuan;
5. kemampuan pendanaan;
6. hasil analisis ekonomi dan finansial.

Pembangunan dilakukan berdasarkan:

2.7 Tahap Perencanaan Pembangunan dan Pengembangan

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

2.10 Rangkuman

Perencanaan pelabuhan merupakan proses sistematis untuk menentukan kebutuhan, lokasi, kapasitas, fasilitas, dan tahapan pengembangan pelabuhan berdasarkan kondisi saat ini serta proyeksi kebutuhan di masa mendatang. Perencanaan pelabuhan harus dilakukan secara terpadu dengan mempertimbangkan aspek teknis, operasional, ekonomi, lingkungan, keselamatan, tata ruang, dan kebijakan transportasi.

Metode perencanaan pelabuhan secara umum terdiri atas beberapa tahapan utama, yaitu persiapan, pengumpulan data, analisis, perencanaan, evaluasi, dan penyusunan rencana pengembangan. Data yang digunakan terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi data tata ruang, sosial ekonomi, kependudukan, perdagangan, kondisi wilayah, meteorologi, serta data pelabuhan eksisting. Sementara itu, data primer dapat diperoleh melalui survei topografi, batimetri, hidro-oseanografi, survei lalu lintas kapal, serta wawancara dengan pemangku kepentingan.

Tahap analisis meliputi prakiraan arus kapal, barang, dan penumpang. Prakiraan tersebut menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan fasilitas pelabuhan. Analisis juga mencakup kondisi teknis, operasional, lingkungan, aksesibilitas, serta hubungan pelabuhan dengan wilayah hinterland. Hasil analisis digunakan untuk menyusun alternatif pengembangan pelabuhan, termasuk fasilitas daratan, fasilitas perairan, terminal, utilitas, akses transportasi, dan kebutuhan lahan. Selanjutnya, dilakukan evaluasi terhadap berbagai alternatif untuk menentukan rencana terbaik.

Perencanaan pelabuhan juga harus mempertimbangkan tahapan pembangunan, yaitu jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Dengan demikian, pembangunan dapat dilakukan secara bertahap sesuai dengan pertumbuhan permintaan dan kemampuan pembiayaan. Secara umum, metode perencanaan pelabuhan dapat diringkas sebagai berikut:

Pengumpulan Data → Analisis → Prakiraan Kebutuhan → Perencanaan Fasilitas →
Evaluasi Alternatif → Penyusunan Masterplan → Tahapan Pengembangan

2.11 Tugas

Topik: Analisis Awal Perencanaan Pelabuhan

Pilih satu pelabuhan di Indonesia, kemudian buatlah analisis awal perencanaannya.

Ketentuan Tugas

Mahasiswa diminta untuk menyusun:

1. Identitas dan lokasi pelabuhan;
2. Fungsi utama pelabuhan;
3. Jenis kapal yang dilayani;
4. Jenis dan volume muatan utama;
5. Kondisi fasilitas pelabuhan;
6. Wilayah hinterland yang dilayani;
7. Permasalahan utama pelabuhan;
8. Potensi pengembangan pelabuhan;
9. Data yang diperlukan untuk menyusun perencanaan pelabuhan;
10. Rekomendasi awal pengembangan.

Pertanyaan Analisis

1. Mengapa pelabuhan tersebut dibangun di lokasi tersebut?
2. Faktor apa saja yang memengaruhi kebutuhan pengembangan pelabuhan?
3. Data apa yang harus dikumpulkan sebelum melakukan perencanaan?
4. Bagaimana hubungan pelabuhan tersebut dengan wilayah hinterland?
5. Apa permasalahan utama yang perlu diselesaikan melalui perencanaan?

Produk Tugas

Laporan minimal 5–10 halaman yang terdiri atas:

1. Pendahuluan;
2. Profil pelabuhan;
3. Analisis kondisi eksisting;
4. Kebutuhan data perencanaan;
5. Analisis permasalahan;
6. Rekomendasi pengembangan;
7. Kesimpulan;
8. Daftar pustaka.

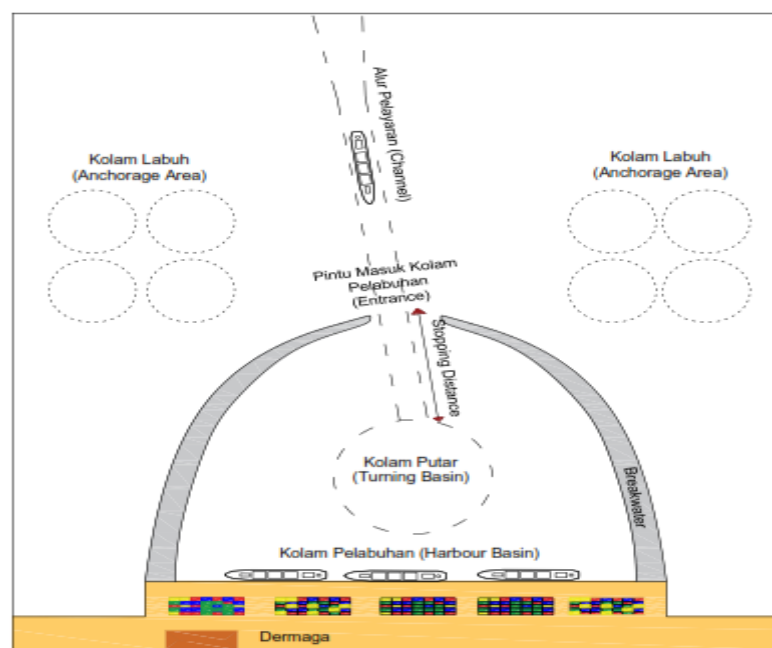
BAB III

PERENCANAAN FASILITAS PELABUHAN

3.1 Pendahuluan

Pelabuhan terdiri atas fasilitas daratan untuk mendukung kegiatan bongkar muat dan fasilitas perairan untuk melayani pergerakan kapal, seperti alur pelayaran, kolam pelabuhan, kolam putar, dan area labuh. Perencanaan fasilitas perairan harus dilakukan secara jangka panjang dan terpadu karena berperan penting terhadap keselamatan pelayaran, membutuhkan investasi besar, serta sulit dimodifikasi setelah pembangunan selesai. Perencanaan tersebut perlu mempertimbangkan perilaku manuver dan respons hidrodinamik kapal terhadap angin, arus, dan gelombang, serta aspek sedimentasi dan dampak lingkungan, khususnya akibat kegiatan pengerukan. Oleh karena itu, setiap fasilitas perairan harus dirancang secara terintegrasi agar dapat saling mendukung. Secara umum, fasilitas perairan pelabuhan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Fasilitas untuk kapal bergerak (alur pelayaran, alur masuk pelabuhan, kolam putar dsb.)
2. Fasilitas untuk kapal yang tidak bergerak (kolam labuh, kolam Pelabuhan, dsb)



Gambar 3.1 Fasilitas utama kolam pelabuhan

3.2 Alur Pelayaran (Channel)

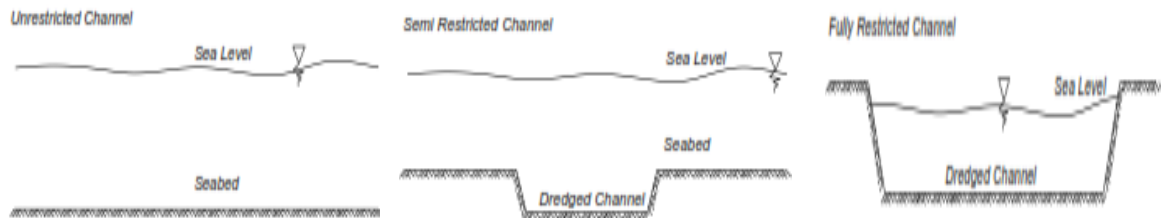
A. Umum

Alur pelayaran merupakan jalur perairan yang menghubungkan laut lepas dengan fasilitas perairan pelabuhan. Alur tersebut dapat berupa alur alami yang secara alamiah memiliki kedalaman dan lebar yang memadai atau alur buatan yang dibentuk melalui

kegiatan pengerukan (*dredging*). Fungsinya adalah mengarahkan kapal menuju kolam pelabuhan dan mendukung keselamatan serta kelancaran navigasi, dengan batas alur umumnya ditandai oleh Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran (SBNP), seperti pelampung suar dan rambu suar. Perencanaan alur pelayaran terutama mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu arah/alinyemen (*alignment*), kedalaman, dan lebar alur, yang ditentukan berdasarkan kondisi lalu lintas kapal, karakteristik geografis dan meteorologis, sifat dasar perairan, ketersediaan SBNP, karakteristik kapal terbesar, serta kondisi pasang surut, angin, dan gelombang.

Dari aspek fisiknya, alur dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu

1. *Unrestricted Channels*, alur yang memiliki kedalaman yang cukup tanpa perlu dilakukan pengerukan, dengan lebar alur 10- 15 kali lebar kapal yang melintas
2. *Semi Restricted Channels*, alur yang berasal dari hasil *dredging* pada area *seabed* yang dangkal.
3. *Restricted Channels*, alur yang keseluruhan lebarnya berasal dari hasil *dredging*.



Gambar 3.2 *Unrestricted Channels, Semi Restricted Channels & Restricted Channels*

B. *Alignment*

Perencanaan *alignment* atau alinyemen alur pelayaran harus mempertimbangkan kondisi lingkungan dan kemampuan manuver kapal. Secara umum, prinsip perencanaannya adalah sebagai berikut:

1. Arah alur sebaiknya tidak tegak lurus terhadap arah angin dan arus.
2. Arah alur sebaiknya membentuk sudut sekecil mungkin terhadap arah gelombang dominan.
3. Belokan alur perlu dihindari sejauh mungkin, terutama di sekitar pintu masuk pelabuhan. Apabila kondisi geografis mengharuskan adanya belokan, maka radius lengkung ditentukan berdasarkan sudut perubahan arah alur sebagai berikut:
 - a. Sudut $< 25^\circ \rightarrow$ radius lengkung $> 3 \times$ panjang kapal rencana.
 - b. Sudut $25^\circ - 35^\circ \rightarrow$ radius lengkung $> 5 \times$ panjang kapal rencana.
 - c. Sudut $> 35^\circ \rightarrow$ radius lengkung $> 10 \times$ panjang kapal rencana.

Dengan demikian, semakin besar sudut perubahan arah alur, semakin besar pula radius lengkung yang diperlukan untuk menjamin keselamatan dan kelancaran manuver kapal.

C. Lebar Alur

Lebar minimum alur pelayaran ditentukan berdasarkan ukuran kapal terbesar, kemampuan manuver, serta pengaruh angin, arus, dan gelombang. Secara umum, lebar alur terdiri atas tiga komponen utama:

1. *Basic Maneuvering Lane* (W_m)

Merupakan jalur utama yang digunakan kapal untuk bermanuver saat masuk dan keluar pelabuhan. Lebarnya umumnya berkisar 1,6–2 kali lebar kapal, dengan tambahan lebar (*additional width*/ W_a) yang disesuaikan dengan kondisi angin, arus, dan kemampuan manuver kapal.

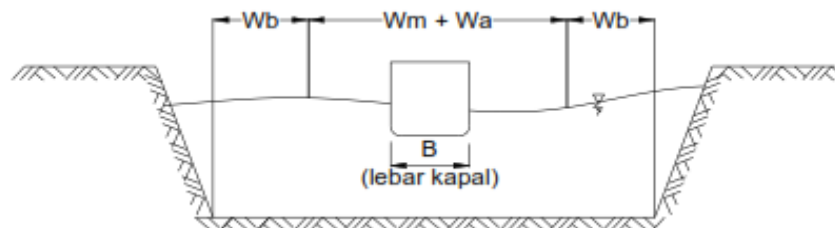
2. *Bank Clearance Lane* (W_b)

Merupakan jarak aman antara badan kapal dan tepi alur untuk mengurangi pengaruh pergolakan air (*bank effect*) yang dapat mengganggu kestabilan kapal saat bermanuver.

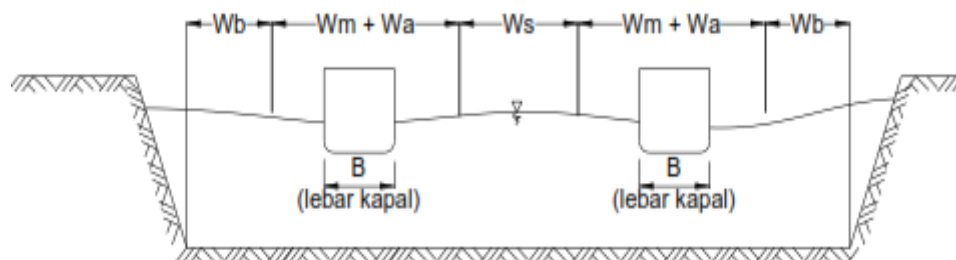
3. *Ship Clearance Lane/Separation Distance* (W_s)

Merupakan jarak pemisah antarkapal pada alur dua arah yang diperlukan untuk mengurangi pengaruh gaya hidrodinamik berupa *suction* dan *repulsion* ketika dua kapal berpapasan.

Dengan demikian, lebar alur pelayaran harus dirancang berdasarkan kebutuhan manuver kapal dan kondisi lingkungan agar pergerakan kapal berlangsung aman dan terkendali.



Gambar 3.3 Lebar alur pelayaran satu lajur



Gambar 3.4 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 satu lajur: $W = W_m + \Sigma W_a + 2W_b$

Untuk alur dua lajur: $W = 2 \times (W_m + \Sigma W_a + 2W_b) + W_s$

Keterangan:

W_m : basic maneuvering lane;

W_a : additional width;

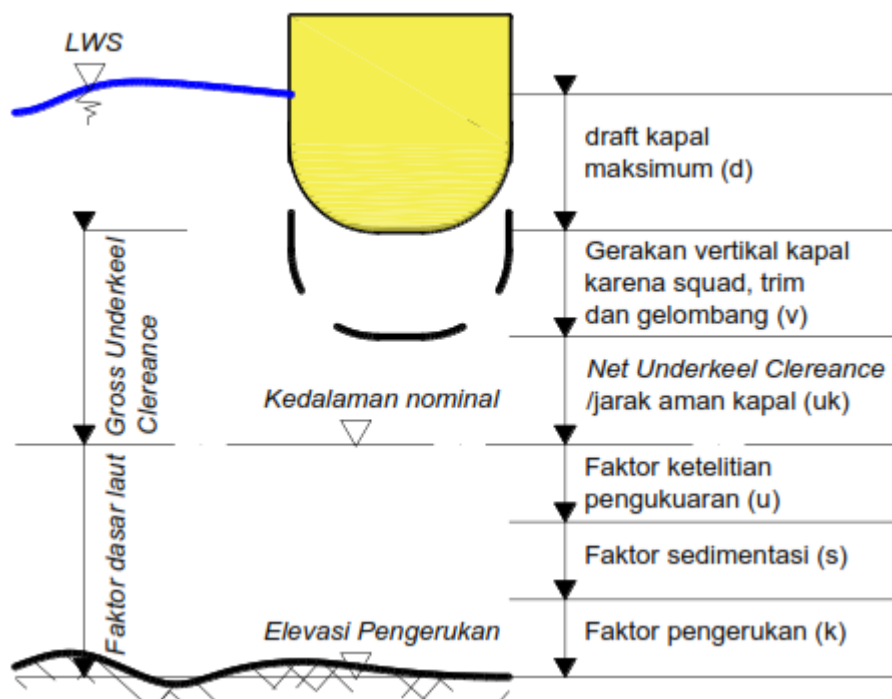
W_b : bank clearance;

W_s : ship clearance/separation distance.

D. Kedalaman Alur

Kedalaman alur dan kolam pelabuhan harus direncanakan berdasarkan kebutuhan draft kapal terbesar agar kapal dapat bermanuver secara aman. Penentuan kedalaman sebaiknya menggunakan datum elevasi surut terendah (*Low Water Spring/LWS*) sebagai acuan, dengan mempertimbangkan berbagai faktor tambahan yang memengaruhi kebutuhan kedalaman perairan, antara lain:

- 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 3.5 Komponen Kedalaman Alur

Dalam preliminar 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 = 1m

- $1.5 \times \text{Draft}$, untuk perairan dengan tinggi gelombang $> 1\text{m}$
(Ligteringen dan Velsink, 2012)

Untuk mendapatkan kebutuhan alur yang lebih detail, formula berikut dapat digunakan: $h_n = d + (v + a + uk) + (u + s + k)$

- d : draft kapal maksimum
- v : gerakan vertikal kapal karena *squat*
- a : gerakan vertikal kapal karena gelombang
- uk : jarak aman kapal (*neet underkeel clereance*)
- 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 penambahan draft kapal terhadap muka air yang disebabkan oleh kecepatan kapal. *Squat* ini diperhitungkan berdasarkan dimensi dan kecepatan kapal serta kedalaman air.

3.3 Kolam Pelabuhan (*Harbour Pool*)

A. Umum

Kolam pelabuhan (*harbour basin*) merupakan area perairan yang terlindung dan berfungsi sebagai tempat kapal melakukan olah gerak, bersandar, serta memperoleh pelayanan di dermaga. Di dalamnya dapat terdapat area sandar dan kolam putar. Pada pelabuhan yang melayani berbagai ukuran kapal atau jenis muatan tertentu, kolam pelabuhan dapat dibagi ke dalam beberapa zona. Muatan berbahaya atau beracun perlu ditempatkan pada area khusus yang terpisah untuk menjaga keselamatan operasional pelabuhan secara keseluruhan.

B. Pintu Masuk Kolam Pelabuhan (*Entrance*)

Pintu masuk merupakan bagian yang menghubungkan perairan luar dengan area kolam pelabuhan yang terlindung. Lebarnya ditentukan berdasarkan dimensi kapal, intensitas lalu lintas, serta efektivitas struktur pelindung gelombang. Sebagai pedoman awal, lebar pintu masuk dapat direncanakan sekitar 0,7–1,0 kali LOA kapal terbesar yang dilayani.

C. Jarak Aman untuk Berhenti (*Stopping Distance*)

Jarak berhenti kapal dipengaruhi oleh kecepatan, bentuk lambung, dan bobot kapal. Sebagai pedoman awal dalam perencanaan, jarak berhenti dapat diperkirakan sekitar 7–8 kali LOA kapal.

D. Kolam Putar (*Turning Basin*)

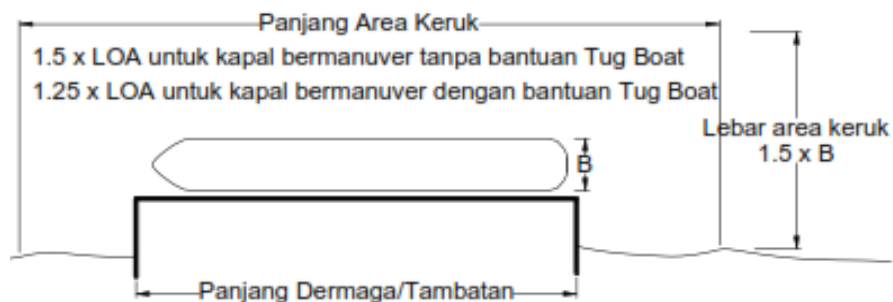
Kolam putar merupakan area perairan yang digunakan kapal untuk melakukan manuver sebelum bersandar atau setelah meninggalkan dermaga. Kebutuhan dimensinya bergantung pada ukuran kapal dan kemampuan manuvernya, sedangkan lokasinya umumnya berada di bagian tengah atau area strategis dalam kolam pelabuhan.

Tabel 3.1 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 bantuan <i>main propeller, rudder</i> dan <i>bow thruster</i> (Thoresen, 2014)	1.5 x LOA

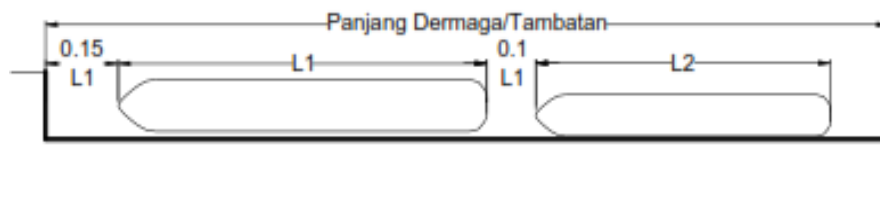
E. Area Sandar Kapal (*Berthing Area*)

Kebutuhan luas area sandar dan jumlah tambatan ditentukan oleh dimensi, jumlah, serta karakteristik kapal yang dilayani. Apabila area perairan di depan dermaga memerlukan pengerukan, maka luas dan kedalaman area sandar harus direncanakan sesuai dengan kebutuhan manuver dan dimensi kapal rencana.



Gambar 3.6 Area Pengerukan di Sekitar Dermaga

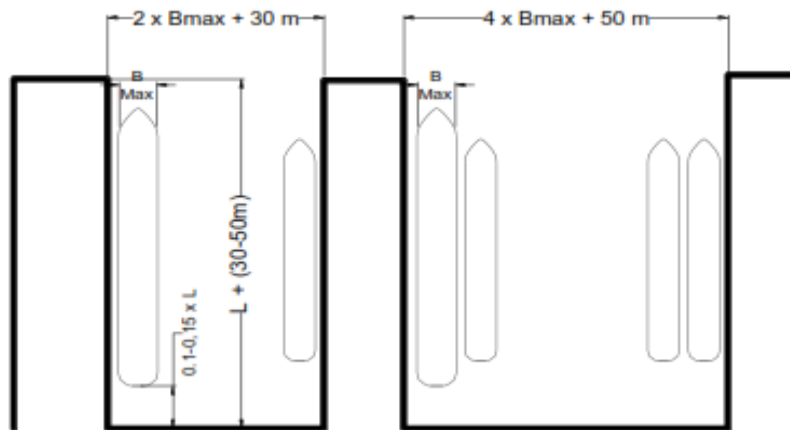
Kebutuhan panjang area sandar kapal dapat dihitung sebagai berikut. Jika ada lebih dari satu kapal yang bersandar, maka haruslah ada jarak antar kapal yang bersandar sebesar $0.1 \times \text{LOA}$ dengan nilai minimum 15 m. Jika terdapat bangunan di depan kapal, maka jarak minimum ujung kapal ke bangunan tersebut adalah $0.15 \times \text{LOA}$ (Gambar 3.7)



Gambar 3.7 Jarak Aman antar Kapal di Tambatan

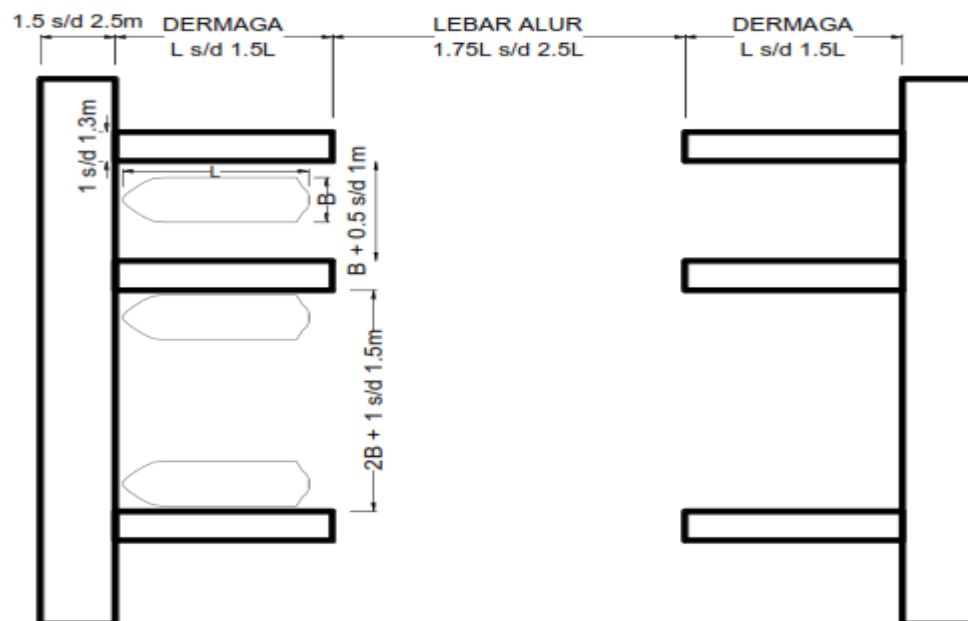
Dengan menggunakan sistem tambatan berhadapan, kapasitas tampung dapat menjadi lebih besar. Kebutuhan panjang kapal jika system tambatan berhadapan adalah sebagai berikut:

- 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 3.8 Jarak Aman Antar Kapal di Tambatan Berhadapan

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 3.9. 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 m. Luasan ini sangat tergantung dari kondisi arus, angin dan gelombang pada dermaga.



Gambar 3.9 Jarak Aman Antar Kapal (Kapal Kecil)

3.4 Area Berlabuh (*Anchorage Area*)

Area labuh merupakan wilayah perairan tempat kapal berhenti sementara, misalnya untuk menunggu jadwal sandar, kondisi cuaca yang membaik, pemeriksaan muatan, proses karantina, atau keperluan lainnya. Kapal yang mengangkut muatan berbahaya, seperti bahan peledak, dapat ditempatkan pada area labuh khusus. Area ini harus berada di perairan yang relatif tenang dan berlokasi dekat dengan alur masuk pelabuhan untuk memudahkan pergerakan kapal menuju kolam pelabuhan. Kebutuhan luasan area labuh tergantung dari beberapa faktor, yaitu:

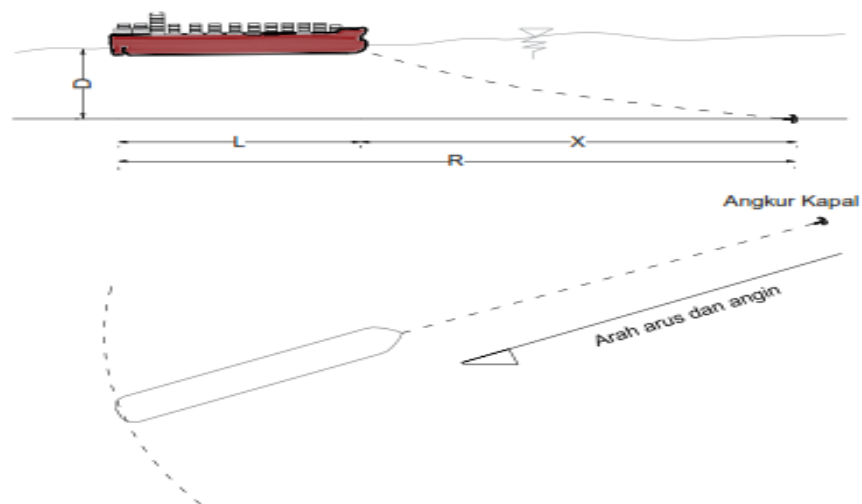
- Jumlah kapal yang menggunakan area labuh pada waktu bersamaan.
- Jenis dan dimensi kapal yang berlabuh
- Sistem labuh yang digunakan

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.

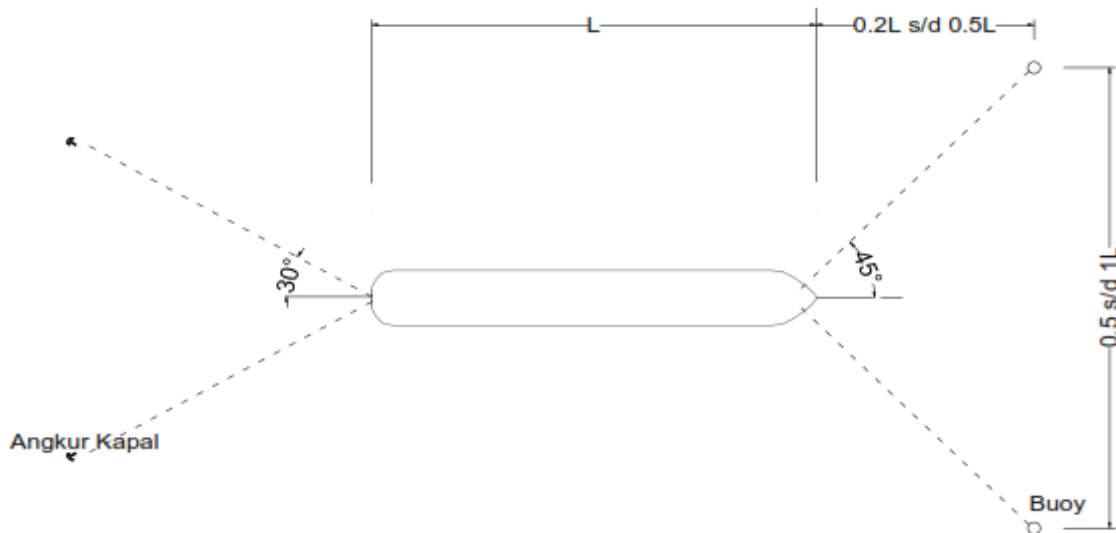
Tabel 3.2 Kebutuhan Radius Area Labuh Free Swinging Mooring

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 3.10 *Free Swinging Mooring*



Gambar 3.11 *Multiple Swinging Mooring*

3.5 Fasilitas Perairan Lainnya

Selain fasilitas utama, pelabuhan dapat dilengkapi dengan fasilitas perairan khusus untuk mendukung kebutuhan operasional, keselamatan, dan pelayanan tertentu, antara lain:

A. Area Alih Muat Kapal

Area alih muat merupakan wilayah perairan yang digunakan untuk memindahkan muatan dari satu kapal ke kapal lainnya. Kebutuhan luas area ditentukan berdasarkan perkiraan jumlah kegiatan alih muat dan ukuran kapal terbesar yang dilayani. Radius area dapat mengacu pada kebutuhan area labuh.

B. Area Keadaan Darurat

Area ini disediakan sebagai tempat evakuasi atau pengamanan kapal dalam kondisi darurat, seperti kecelakaan, kebakaran, atau kapal tenggelam, agar tidak mengganggu alur pelayaran. Luasnya dapat ditentukan berdasarkan persentase tertentu dari luas area labuh sesuai dengan kebutuhan operasional.

C. Area Kapal Mati

Area kapal mati digunakan untuk menempatkan kapal yang sudah tidak beroperasi atau tidak mampu berlayar. Kebutuhan luas area ditentukan berdasarkan jumlah dan ukuran kapal yang diperkirakan akan menggunakan fasilitas tersebut, umumnya sebagai bagian dari kebutuhan area labuh.

D. Area Karantina

Area karantina disediakan untuk pemeriksaan kapal dan muatan yang berpotensi membawa hama, penyakit hewan, atau organisme pengganggu tumbuhan. Kapal yang membawa muatan hewan atau tumbuhan dari luar wilayah wajib menjalani pemeriksaan oleh instansi karantina sebelum muatannya diizinkan untuk dibongkar. Luas area

disesuaikan dengan kebutuhan pelayanan dan jumlah kapal yang diperkirakan menjalani pemeriksaan.

3.6 Rangkuman

Fasilitas pelabuhan merupakan bagian penting yang mendukung seluruh kegiatan kapal, barang, penumpang, dan transportasi. Perencanaan fasilitas harus dilakukan secara terpadu agar seluruh kegiatan dapat berlangsung secara aman, efisien, dan berkesinambungan.

Secara umum, fasilitas pelabuhan dibagi menjadi fasilitas daratan dan fasilitas perairan. Fasilitas daratan meliputi dermaga, gudang, lapangan penumpukan, terminal, jaringan jalan, jaringan rel, kantor, fasilitas utilitas, fasilitas pemadam kebakaran, fasilitas limbah, dan fasilitas penunjang lainnya. Sementara itu, fasilitas perairan meliputi alur pelayaran, area labuh, kolam pelabuhan, kolam putar, area tambat, area karantina, serta fasilitas perairan khusus lainnya.

Perencanaan fasilitas perairan sangat dipengaruhi oleh karakteristik kapal dan kondisi lingkungan perairan. Beberapa parameter penting yang harus diperhatikan adalah:

- panjang kapal;
- lebar kapal;
- draft;
- kecepatan kapal;
- pasang surut;
- arus;
- gelombang;
- angin;
- sedimentasi;
- kondisi dasar laut.

Alur pelayaran harus dirancang agar kapal dapat bergerak dengan aman dari laut menuju pelabuhan. Perencanaan alur meliputi penentuan arah, lebar, kedalaman, dan radius belokan. Kolam pelabuhan digunakan sebagai tempat kapal melakukan manuver, berputar, bersandar, dan melakukan kegiatan bongkar muat. Ukuran kolam pelabuhan harus disesuaikan dengan ukuran kapal terbesar yang dilayani.

Fasilitas daratan harus memiliki hubungan yang baik dengan fasilitas perairan. Misalnya, dermaga harus terhubung dengan lapangan penumpukan, gudang, terminal, serta jaringan transportasi darat. Perencanaan fasilitas juga harus mempertimbangkan kemungkinan pengembangan di masa depan. Oleh karena itu, diperlukan penyediaan lahan dan ruang yang cukup untuk pengembangan fasilitas sesuai dengan pertumbuhan arus kapal dan barang.

Secara umum, perencanaan fasilitas pelabuhan dapat diringkas sebagai berikut:

Karakteristik Kapal + Kondisi Perairan + Kebutuhan Muatan + Kebutuhan Operasional
→ Perencanaan Fasilitas

3.7 Tugas Bab 3

1. Tugas Kelompok

Topik: Perencanaan Fasilitas Dasar Pelabuhan

Buatlah rancangan awal fasilitas sebuah pelabuhan berdasarkan skenario berikut.

Sebuah pelabuhan direncanakan melayani kapal dengan karakteristik:

- Panjang kapal/LOA: 180 meter;
- Lebar kapal: 28 meter;
- Draft maksimum: 9 meter;
- Jenis muatan: general cargo;
- Jumlah kapal: 2 kapal per hari.

2. Tugas Mahasiswa

Tentukan kebutuhan awal:

- a. Alur pelayaran;
- b. Kedalaman alur;
- c. Kolam pelabuhan;
- d. Kolam putar;
- e. Dermaga;
- f. Lapangan penumpukan;
- g. Gudang;
- h. Jalan internal;
- i. Fasilitas utilitas;
- j. Fasilitas keselamatan dan keamanan.

3. Pertanyaan Analisis

- a. Mengapa ukuran kapal menjadi dasar penting dalam perencanaan fasilitas pelabuhan?
- b. Apa hubungan antara draft kapal dan kedalaman alur?
- c. Faktor apa saja yang memengaruhi lebar alur pelayaran?
- d. Mengapa pelabuhan membutuhkan kolam putar?

- e. Apa dampaknya apabila kapasitas fasilitas daratan lebih kecil daripada kapasitas dermaga?
- f. Bagaimana cara mengantisipasi pengembangan fasilitas pelabuhan di masa depan?

4. Produk Tugas

Mahasiswa menyusun:

- gambar skematik layout fasilitas pelabuhan;
- tabel kebutuhan fasilitas;
- penjelasan teknis;
- dasar perhitungan;
- kesimpulan.

Output: laporan dan presentasi kelompok.

BAB IV

PERENCANAAN TERMINAL

4.1 Umum

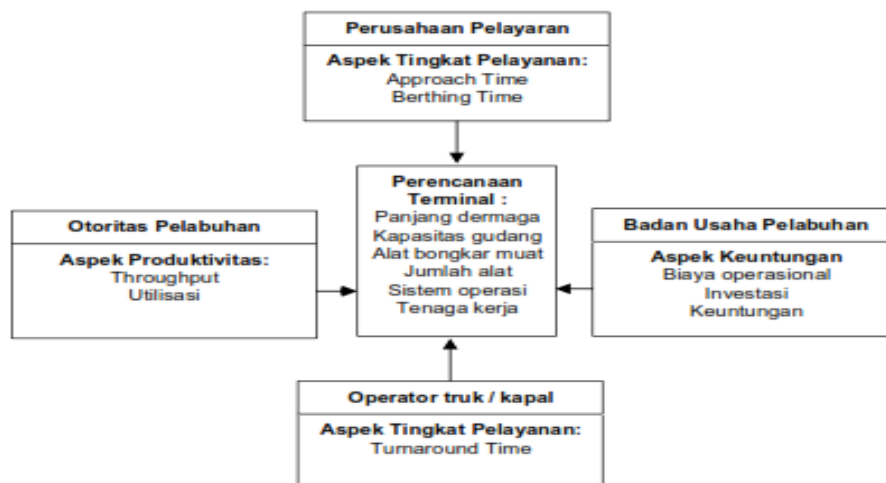
Terminal merupakan fasilitas pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan kapal bersandar, bongkar muat, serta penumpukan atau penyimpanan barang. Terminal dapat melayani satu atau beberapa jenis muatan dan dalam satu pelabuhan dapat terdapat beberapa terminal yang dioperasikan oleh satu atau lebih operator.

A. Pelayanan Terminal

Terminal melayani kapal melalui kegiatan bongkar muat antara kapal dan dermaga, penyimpanan sementara, serta perpindahan muatan dari area penyimpanan ke moda transportasi eksternal. Kegiatan bongkar muat dapat menggunakan peralatan terminal maupun peralatan yang tersedia di kapal. Fasilitas penyimpanan dan penanganan muatan disesuaikan dengan jenis terminal, seperti *Container Yard* (CY) dan *Container Freight Station* (CFS) pada terminal peti kemas, fasilitas penyimpanan khusus pada terminal curah kering dan curah cair, serta kombinasi lapangan terbuka dan gudang tertutup pada terminal general cargo.

B. Perencanaan Terminal

Perencanaan terminal harus mengintegrasikan infrastruktur, peralatan, sistem operasional, dan tata letak agar penanganan muatan berlangsung optimal. Dalam prosesnya, operator perlu menyeimbangkan tiga aspek utama, yaitu tingkat pelayanan, produktivitas, dan keuntungan. Otoritas pelabuhan mengharapkan produktivitas yang tinggi, perusahaan pelayaran dan pemilik barang menginginkan pelayanan yang cepat dengan biaya yang efisien, sedangkan badan usaha pelabuhan berorientasi pada efisiensi investasi dan keuntungan. Oleh karena itu, perencanaan terminal harus mampu menemukan titik optimal di antara ketiga aspek tersebut guna menjamin efisiensi dan keberlanjutan operasional pelabuhan.



Gambar 4.1 Hubungan Aspek Perencanaan

4.2 Komponen Terminal

Dalam operasionalnya, sebuah terminal didukung oleh empat komponen utama, yaitu infrastruktur daratan dan perairan, fasilitas penunjang, peralatan, serta sumber daya manusia. Infrastruktur daratan meliputi perkerasan lapangan penumpukan dan jalan, sistem drainase, jaringan listrik, serta fasilitas dasar lainnya, sedangkan infrastruktur perairan merupakan bagian dari infrastruktur pelabuhan yang mendukung kegiatan kapal. Fasilitas penunjang dapat berupa gudang, kantor, silo, tangki bahan bakar, dan *workshop*. Sementara itu, peralatan terminal terdiri atas peralatan tetap (*fixed equipment*), seperti *conveyor belt* dan *fixed crane*, serta peralatan bergerak (*mobile equipment*), seperti *mobile crane*, *forklift*, *Harbor Mobile Crane*, dan *Quay Crane*. Komponen terakhir yang sangat menentukan efektivitas operasional adalah sumber daya manusia. Ketersediaan tenaga kerja yang kompeten, baik pada tingkat manajemen maupun operator, diperlukan agar seluruh infrastruktur dan peralatan dapat dimanfaatkan secara optimal serta mendukung efisiensi dan produktivitas terminal.

4.3 Jenis Terminal

A. Terminal *General Cargo*

Terminal *General Cargo* merupakan jenis terminal yang secara umum melayani muatan *break bulk*, yaitu barang yang diangkut dalam bentuk unit atau kemasan seperti palet, drum, peti, dan kardus, maupun barang tanpa kemasan seperti kendaraan, baja, dan kabel. Meskipun perkembangan peti kemas telah mengurangi penggunaan terminal jenis ini, terminal *general cargo* modern masih dapat melayani berbagai jenis muatan, termasuk peti kemas yang diangkut oleh kapal *multipurpose*. Karena fleksibel dan tidak memerlukan investasi serta fasilitas sebesar terminal khusus, terminal ini sesuai untuk wilayah dengan volume arus barang yang relatif rendah.

B. Terminal *Multipurpose*

Terminal *multipurpose* dirancang untuk melayani berbagai jenis muatan, seperti *break bulk*, peti kemas, curah cair, curah kering, dan muatan *Ro-Ro*. Terminal ini sering dikembangkan dari terminal *general cargo* melalui penambahan fasilitas penyimpanan dan peralatan bongkar muat, sehingga mampu memberikan pelayanan yang lebih beragam dan fleksibel.

C. Terminal *Ro-Ro*

Terminal *Ro-Ro* (*Roll-on/Roll-off*) merupakan terminal khusus untuk melayani kapal yang mengangkut kendaraan atau muatan beroda yang dapat bergerak keluar-masuk kapal secara horizontal. Proses tersebut dilakukan melalui *ramp door* yang dapat berada di bagian samping (*side ramp*) atau buritan kapal (*stern ramp*). Oleh karena itu, tata letak dermaga harus disesuaikan dengan karakteristik kapal yang dilayani. Selain fasilitas dermaga dan *ramp*, terminal ini memerlukan area parkir yang memadai untuk menampung kendaraan yang akan dimuat maupun yang telah dibongkar.

D. Terminal Peti Kemas

Terminal peti kemas merupakan fasilitas khusus untuk melayani kegiatan bongkar muat peti kemas yang memenuhi standar teknis ISO. Fasilitas utama terminal ini adalah Container Yard (CY) yang digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara peti kemas sebelum dimuat ke kapal atau didistribusikan ke wilayah hinterland. Operasionalnya juga didukung oleh dermaga, peralatan bongkar muat, serta sistem transportasi internal dan eksternal.

E. Terminal Curah Cair

Terminal curah cair melayani muatan seperti LNG, bahan bakar minyak, minyak mentah, dan minyak nabati. Proses bongkar muat dilakukan melalui sistem manifold, pompa, dan jaringan pipa yang menghubungkan kapal dengan fasilitas penyimpanan di darat. Karena tidak memerlukan peralatan berat yang beroperasi sepanjang dermaga, terminal ini umumnya menggunakan struktur dermaga yang lebih sederhana, seperti sistem *berthing dolphin* dan *mooring dolphin*.

F. Terminal Curah Kering

Terminal curah kering umumnya dirancang untuk menangani jenis muatan tertentu, seperti semen, batu bara, bijih besi, atau komoditas curah lainnya. Sistem penanganan muatan disesuaikan dengan arah arus barang. Pada terminal ekspor, muatan biasanya dipindahkan dari tempat penyimpanan ke kapal menggunakan *conveyor belt*, sedangkan pada terminal impor, muatan dibongkar dari kapal menggunakan crane atau peralatan khusus lainnya. Fasilitas penyimpanan juga disesuaikan dengan karakteristik muatan, misalnya open stockpile untuk batu bara dan silo untuk semen curah.

4.4 Kapasitas dan Kinerja Terminal

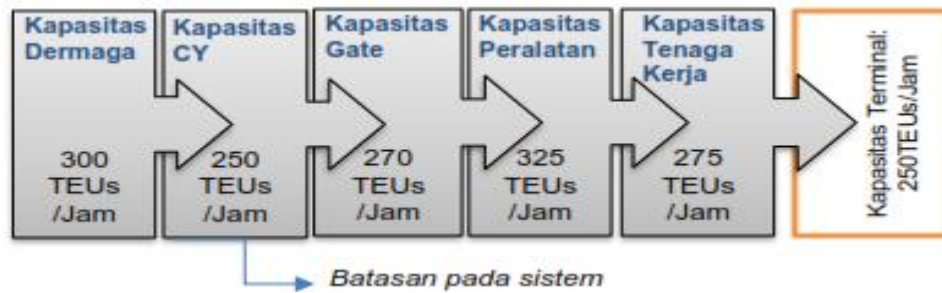
A. Kapasitas Terminal

Kapasitas terminal merupakan jumlah muatan yang dapat dibongkar atau dimuat dalam periode tertentu (*throughput*), yang dinyatakan dalam TEU, ton, atau satuan lainnya. Kapasitas maksimum merupakan kondisi teoretis ketika terminal beroperasi penuh selama 24 jam per hari dan 365 hari per tahun dengan tingkat okupasi dermaga 100% tanpa gangguan operasional. Karena kondisi tersebut tidak realistis, kapasitas maksimum umumnya bukan menjadi dasar perencanaan, melainkan lebih sering digunakan sebagai informasi potensi atau promosi terminal.

Kapasitas aktual terminal dipengaruhi oleh berbagai komponen yang saling berkaitan, antara lain:

- Alur pelayaran dan fasilitas perairan, terutama kedalaman alur dan kolam pelabuhan yang menentukan ukuran kapal yang dapat dilayani.
- Jumlah dan panjang dermaga, yang menentukan jumlah kapal serta kapasitas pelayanan bongkar muat.
- Jumlah dan jenis peralatan bongkar muat, seperti *conveyor*, *wheel loader*, *mobile crane*, dan *container crane*, yang memiliki kapasitas dan produktivitas berbeda.
- Luas lapangan penumpukan atau gudang, yang dipengaruhi tidak hanya oleh luas area, tetapi juga tinggi tumpukan, berat muatan, dan *stowage factor*.

- Faktor operasional, seperti jam dan hari kerja, waktu pemeriksaan kepabeanan, ketersediaan tenaga kerja, serta gangguan cuaca dan kondisi alam.



Gambar 4.2 Penentuan Kapasitas Terminal

B. Kinerja Terminal

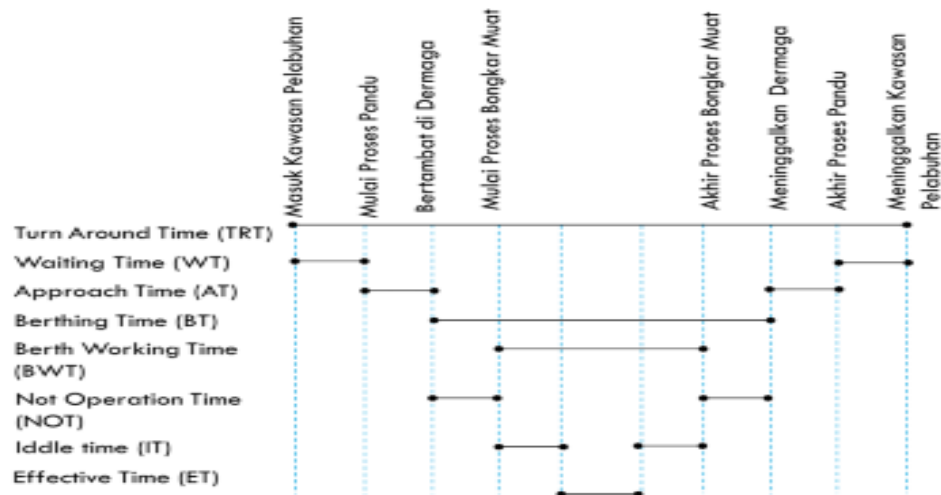
Kinerja terminal merupakan ukuran produktivitas dan hasil pelayanan dalam periode tertentu yang menunjukkan efektivitas dan efisiensi operasional. Perbandingan antara kapasitas dan kinerja aktual dapat digunakan untuk menilai pencapaian target, mengidentifikasi penurunan produktivitas, melakukan evaluasi operasional, menetapkan target, serta membandingkan kinerja dengan terminal sejenis. Dengan demikian, pengukuran kinerja menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan dan peningkatan pelayanan terminal. Secara umum, kinerja terminal diukur melalui tiga aspek utama, yaitu pelayanan (*service*), produktivitas/output, dan utilitas.

1. Pelayanan

Dalam aspek pelayanan kapal, beberapa indikator waktu yang umum digunakan adalah:

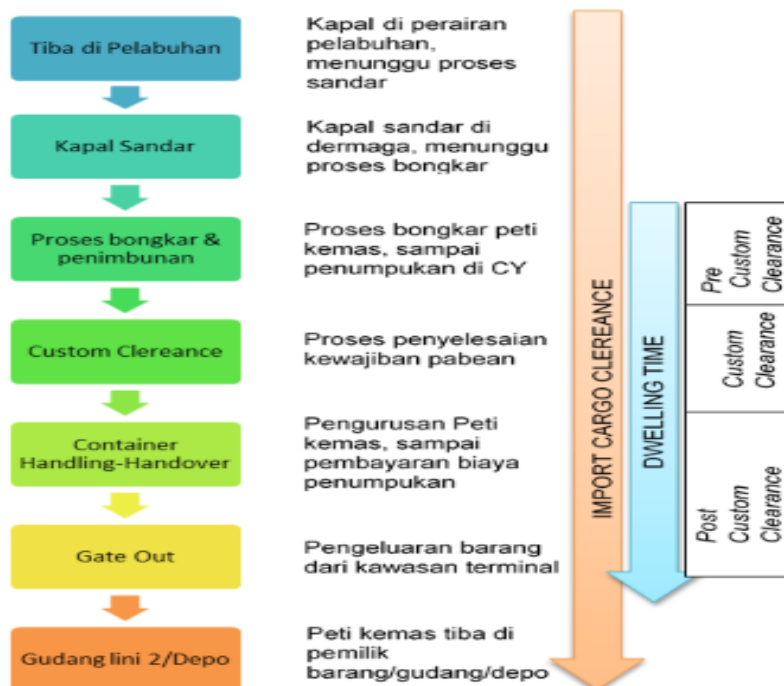
- Turnaround Time* (TRT) atau *Port Time*: total waktu kapal berada di pelabuhan, mulai dari kedatangan, berlabuh, sandar, melakukan bongkar muat, hingga meninggalkan pelabuhan.
- Approach Time* (AT): waktu yang diperlukan kapal untuk bergerak dari area labuh menuju dermaga hingga bertambat, termasuk waktu pelayanan pandu dan manuver.
- Berthing Time* (BT): waktu sejak kapal mulai bertambat hingga meninggalkan dermaga, yang terdiri atas *Berth Working Time* dan *Not Operation Time*.
- Berth Working Time* (BWT): waktu selama kapal berada di dermaga untuk melaksanakan kegiatan bongkar muat, yang terdiri atas *Effective Time* dan *Idle Time*.
- Effective Time* (ET): waktu efektif yang benar-benar digunakan untuk kegiatan bongkar muat.
- Idle Time* (IT): waktu tidak produktif yang tidak direncanakan selama proses bongkar muat, misalnya akibat cuaca atau kerusakan peralatan.
- Not Operation Time* (NOT): waktu berhenti atau jeda yang telah direncanakan selama kegiatan bongkar muat, seperti persiapan operasi dan waktu istirahat kerja.

Dengan indikator tersebut, kinerja terminal dapat dipantau secara terukur sehingga permasalahan operasional dapat segera diidentifikasi dan dilakukan perbaikan.



Gambar 4.3 Waktu Pelayanan Kapal

Selain waktu pelayanan kapal, *dwelling time* juga merupakan indikator penting yang menunjukkan lama waktu barang berada di dalam terminal. Pada peti kemas impor, perhitungannya dimulai sejak peti kemas dibongkar dari kapal di dermaga hingga keluar dari terminal melalui *gate*. Proses pergerakan dokumen dan kegiatan bongkar muat selama peti kemas berada di kawasan terminal dapat ditunjukkan melalui gambar berikut:



Gambar 4.4 Penjelasan *Dwelling Time*

2. Produktivitas

Produktivitas terminal menunjukkan jumlah muatan atau aktivitas bongkar muat yang dapat ditangani dalam satuan waktu tertentu. Pengukurannya dapat dinyatakan dalam ton, TEU, jumlah gerakan, maupun jumlah muatan yang ditangani oleh peralatan tertentu. Beberapa indikator produktivitas yang umum digunakan adalah:

a. *Berth Throughput (BTP)*

Berth throughput mengukur total muatan yang dilayani oleh suatu tambatan atau dermaga dalam periode tertentu. Perhitungannya dapat dinyatakan sebagai:

$$\text{BTP} = \text{Throughput Tahunan} / \text{Jumlah Tambatan}$$

atau berdasarkan panjang dermaga:

$$\text{BTP} = \text{Throughput Tahunan} / \text{Panjang Total Dermaga}$$

Dalam perhitungan produksi dermaga, setiap kegiatan bongkar atau muat dihitung sebagai satu unit produksi. Pemindahan muatan antarpalka (*repositioning*) juga dihitung sebagai satu unit, sedangkan kegiatan transshipment yang melibatkan pembongkaran dan pemuatan kembali ke kapal lain dihitung sebagai dua unit. Demikian pula, kegiatan double handling dihitung sebagai dua unit produksi. Oleh karena itu, berth throughput mencerminkan total aktivitas penanganan muatan di dermaga, bukan sekadar jumlah muatan yang diangkut oleh kapal.

b. *Ship Output*

Ship output menunjukkan produktivitas penanganan muatan kapal dalam satuan waktu. Indikator ini dapat dihitung berdasarkan beberapa periode pelayanan, yaitu:

$$\text{Ship Output} = \text{Total Bongkar Muat} / \text{Berth Working Time}$$

$$\text{Ship Output} = \text{Total Bongkar Muat} / \text{Berthing Time}$$

$$\text{Ship Output} = \text{Total Bongkar Muat} / \text{Turnaround Time}$$

c. *Gross Moves per Hour*

Gross moves per hour menunjukkan jumlah gerakan bongkar muat yang dilakukan crane dalam satu jam. Satu move merupakan satu aktivitas pengangkatan peti kemas atau muatan untuk kegiatan bongkar, muat, maupun pemindahan (*repositioning/shifting*). Indikator ini digunakan untuk menilai produktivitas keseluruhan crane selama kegiatan pelayanan kapal.

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

d. Produktivitas Peralatan Bongkar Muat

Produktivitas peralatan bongkar muat merupakan salah satu indikator utama kinerja terminal karena secara langsung memengaruhi kecepatan dan kapasitas pelayanan. Beberapa ukuran yang umum digunakan meliputi:

$$\text{Box/Crane/Hour} = \text{Jumlah peti kemas yang ditangani} / \text{Total jam kerja crane}.$$

$$\text{Ton/Crane/Hour} = \text{Jumlah muatan yang ditangani (ton)} / \text{Total jam kerja crane}.$$

$$\text{Average Pumping Rate} = \text{Volume muatan yang dipompa (m}^3\text{)} / \text{Total jam kerja pompa}.$$

Secara manajerial, indikator-indikator tersebut digunakan untuk mengukur produktivitas, mengevaluasi efisiensi penggunaan sumber daya, mengidentifikasi hambatan operasional, dan menetapkan target peningkatan kinerja terminal.

3. Utilitas

Utilitas terminal menunjukkan tingkat pemanfaatan fasilitas dan peralatan dibandingkan dengan kapasitas atau waktu tersedia. Dalam perspektif manajemen, indikator utilitas penting untuk menilai efisiensi penggunaan aset, mengidentifikasi potensi bottleneck, mengendalikan biaya operasional, serta menentukan kebutuhan pengembangan kapasitas terminal.

a. Utilitas Dermaga (*Berth Occupancy Ratio/BOR*)

Berth Occupancy Ratio (BOR) merupakan persentase penggunaan dermaga dibandingkan dengan total waktu operasional yang tersedia dalam periode tertentu.

$$\text{BOR (\%)} = \frac{\text{Total Waktu Penggunaan Dermaga}}{\text{Total Waktu Operasional Tersedia}} \times 100\%$$

Perhitungan BOR disesuaikan dengan jenis konfigurasi dermaga:

- 1) Dermaga dengan tambatan terpisah (*individual berths*) BOR dihitung berdasarkan perbandingan antara total *berthing time* dan total waktu operasional seluruh tambatan.
- 2) Dermaga menerus (*continuous berth*) BOR memperhitungkan panjang kapal, jarak aman antarkapal, waktu tambat, serta panjang total dermaga.

Dalam perencanaan, BOR harus dijaga pada tingkat yang memungkinkan kelancaran pelayanan kapal. Tingkat okupansi yang terlalu tinggi dapat meningkatkan antrean dan waktu tunggu, sedangkan okupansi yang terlalu rendah menunjukkan pemanfaatan aset yang belum optimal. Oleh karena itu, batas BOR perlu disesuaikan dengan jumlah tambatan dan karakteristik operasional terminal.

Secara manajerial, BOR digunakan untuk:

- menilai tingkat pemanfaatan aset dermaga;
- mengidentifikasi potensi kemacetan dan antrean kapal;
- menentukan kebutuhan penambahan tambatan atau dermaga;
- mengevaluasi keseimbangan antara kapasitas dan permintaan pelayanan.

b. Utilitas Tempat Penyimpanan

Utilitas fasilitas penyimpanan menunjukkan tingkat penggunaan kapasitas gudang atau lapangan penumpukan dibandingkan dengan kapasitas yang tersedia. Indikator yang umum digunakan adalah *Yard Occupancy Ratio* (YOR) dan *Storage Occupancy Ratio* (SOR).

1) *Yard Occupancy Ratio* (YOR)

YOR digunakan untuk mengukur tingkat pemanfaatan *Container Yard* (CY).

$$\text{YOR (\%)} = \text{Kapasitas CY Terpakai} / \text{Kapasitas CY Tersedia} \times 100\%$$

Kapasitas CY dipengaruhi oleh jumlah *ground slot*, tinggi tumpukan peti kemas (*tier*), luas area, serta lama waktu peti kemas berada di terminal (*dwelling time*). Oleh karena itu, peningkatan *dwelling time* akan meningkatkan kebutuhan ruang penyimpanan dan berpotensi menaikkan tingkat okupasi yard.

2) *Storage Occupancy Ratio* (SOR)

SOR digunakan untuk mengukur tingkat pemanfaatan gudang atau fasilitas penyimpanan tertutup.

$$\text{SOR (\%)} = \text{Kapasitas Gudang Terpakai} / \text{Kapasitas Gudang Tersedia} \times 100\%$$

Kapasitas gudang dipengaruhi oleh luas efektif, tinggi tumpukan, *stowage factor*, dan *broken stowage*. *Stowage factor* menunjukkan volume ruang yang dibutuhkan untuk menyimpan satu satuan berat muatan, sedangkan *broken stowage* merupakan bagian ruang yang tidak dapat dimanfaatkan secara efektif akibat bentuk ruangan atau karakteristik muatan.

Dalam manajemen terminal, YOR dan SOR digunakan untuk:

- memantau efisiensi pemanfaatan ruang penyimpanan;
- mengendalikan kepadatan yard dan gudang;
- menentukan kebutuhan perluasan fasilitas;
- mengurangi penumpukan dan hambatan operasional;
- mendukung pengendalian *dwelling time*.

c. Utilitas Peralatan Bongkar Muat

Utilitas peralatan menunjukkan tingkat pemanfaatan alat dibandingkan dengan total waktu yang tersedia.

$$\text{Utilitas Alat (\%)} = \text{Waktu Pemakaian Efektif} / \text{Kapasitas Waktu Tersedia} \times 100\%$$

Indikator ini digunakan untuk menilai apakah peralatan telah dimanfaatkan secara optimal. Waktu tersedia perlu memperhitungkan periode operasional, pemeliharaan, perbaikan, dan waktu tidak beroperasi. Utilitas yang terlalu rendah dapat menunjukkan kelebihan kapasitas atau rendahnya permintaan, sedangkan utilitas yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan risiko kelebihan beban, meningkatnya kerusakan, dan kebutuhan penambahan peralatan.

Dengan demikian, pengukuran utilitas merupakan instrumen penting dalam manajemen kapasitas dan pengambilan keputusan investasi terminal. Analisis BOR, YOR, SOR, dan utilitas peralatan secara terpadu memungkinkan manajemen mengidentifikasi fasilitas yang menjadi pembatas kapasitas, meningkatkan efisiensi penggunaan aset, serta menentukan strategi pengembangan terminal secara lebih tepat.

4.5 Penentuan Ukuran Terminal

A. Umum

Penentuan ukuran terminal terutama ditentukan oleh dua komponen utama, yaitu kebutuhan tambatan atau dermaga dan luas area penyimpanan. Estimasi kebutuhan fasilitas terminal dapat dilakukan melalui tiga pendekatan berdasarkan tingkat akurasinya:

1. Pendekatan empiris (akurasi rendah) Menggunakan rasio hasil penelitian atau pengalaman sebelumnya antara volume muatan tahunan, kebutuhan panjang dermaga, dan luas area penyimpanan. Pendekatan ini sesuai untuk tahap awal atau *preliminary design*.
2. Pendekatan produktivitas dan kapasitas (akurasi sedang) Memperhitungkan produktivitas dermaga, kapasitas penyimpanan, jumlah dan jenis peralatan, serta estimasi tingkat utilitas fasilitas, seperti BOR dan YOR. Pendekatan ini digunakan dalam pengembangan tata letak dan pemilihan konfigurasi fasilitas yang paling efektif dan efisien.
3. Pendekatan analitis dan simulasi (akurasi tinggi) Menganalisis pola kedatangan kapal dan waktu pelayanan secara lebih rinci dengan menggunakan teori antrean atau simulasi komputer. Pendekatan ini umumnya digunakan pada tahap penyusunan *master plan* dan desain rinci.

Dalam praktiknya, pendekatan empiris digunakan untuk memperoleh estimasi awal kebutuhan lahan, pendekatan produktivitas digunakan untuk mengembangkan tata letak

dan konfigurasi terminal, sedangkan pendekatan analitis digunakan untuk memvalidasi kebutuhan fasilitas secara lebih akurat.

B. Kebutuhan Luas Terminal

Kebutuhan luas terminal dapat diestimasi berdasarkan rasio antara volume muatan tahunan dengan kebutuhan fasilitas, seperti panjang dermaga dan luas area penyimpanan. Meskipun sederhana dan sesuai untuk tahap awal perencanaan, pendekatan berbasis rasio empiris memiliki tingkat akurasi yang relatif rendah. Oleh karena itu, hasil estimasi perlu divalidasi dengan pendekatan produktivitas, kapasitas, atau analisis yang lebih rinci.

Tabel 4.1 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 4.2 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

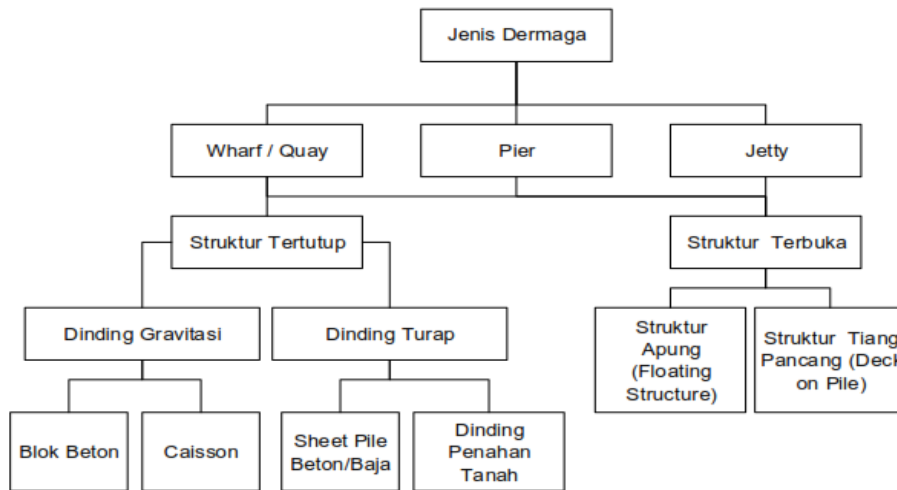
Sumber: *Ligteringen, Velshink (2012)*

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

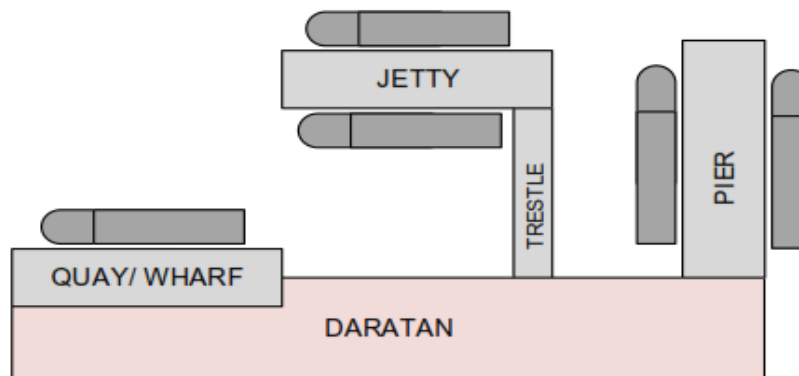
** Untuk muatan curah, rasio tersebut adalah untuk terminal impor.

C. Kebutuhan Dermaga

Dermaga merupakan fasilitas utama terminal yang harus direncanakan berdasarkan karakteristik kapal, jenis muatan, sistem operasional, serta kondisi lingkungan. Berdasarkan orientasinya terhadap garis pantai, dermaga secara umum dapat berupa wharf/quay, pier, dan jetty, sedangkan berdasarkan konfigurasi struktur bawahnya dapat dibedakan menjadi struktur terbuka dan struktur tertutup.



Gambar 4.5 Jenis Dermaga



Gambar 4.6 Ilustrasi Jenis Dermaga

Pemilihan tipe dermaga harus mempertimbangkan beberapa aspek utama, yaitu:

- Kondisi alam, meliputi kedalaman perairan, karakteristik tanah dasar, gelombang, arus, dan angin;
- Aspek ekonomi, terutama biaya pembangunan, pengerukan, pemeliharaan, dan investasi;
- Aspek operasional, meliputi dimensi dan jenis kapal, karakteristik muatan, serta sistem dan peralatan bongkar muat;
- Aspek lingkungan, termasuk potensi kerusakan ekosistem pesisir, terumbu karang, dan perubahan pola sedimentasi;
- Perkembangan teknologi, khususnya terkait material, metode konstruksi, dan inovasi pembangunan fasilitas pelabuhan.

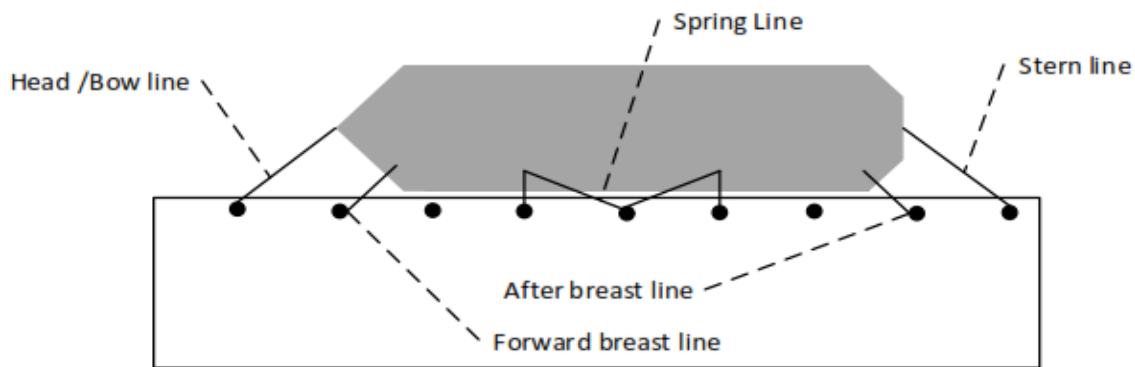
Untuk penentuan ketinggian dermaga dapat digunakan ketentuan dalam tabel berikut :

Tabel 4.3 Ketinggian Dermaga terhadap HWL

	Tunggang pasang surut ≥ 3 m	Tunggang pasang surut < 3 m
Dermaga untuk kapal besar (kedalaman $\geq$ 4.5m)	+0 ,5 s/d 1,5 m	+1 s/d 2 m
Dermaga untuk kapal kecil (kedalaman < 4.5 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 4.7 Konfigurasi Tali Tambat di Dermaga

Sedangkan jarak dan jumlah bollard dapat dipasang menurut tabel berikut:

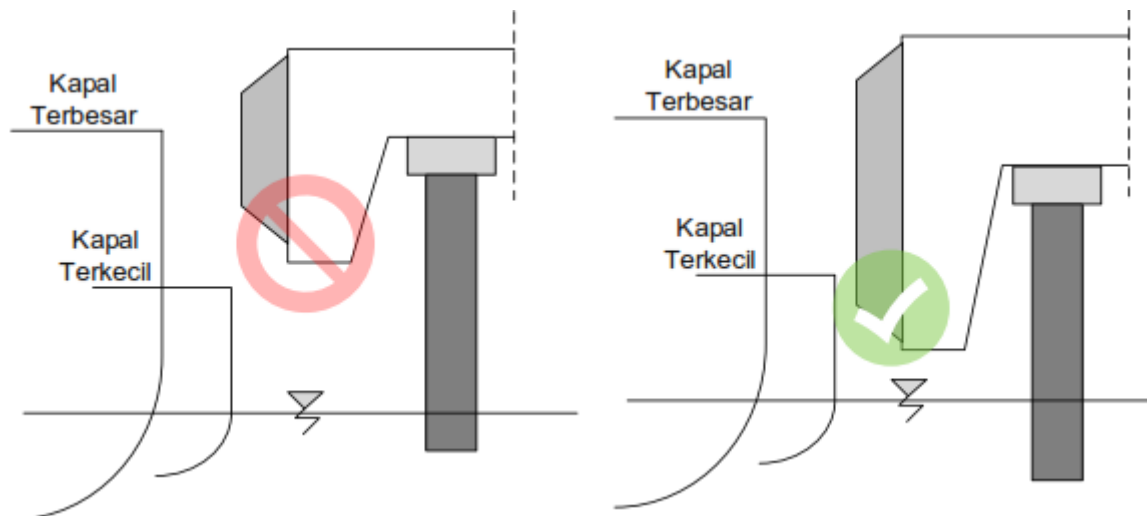
Tabel 4.3 Jumlah dan Interval Minimum Bollard per Tambatan

Ukuran Kapal (GT)	Interval maksimum bollard (m)	Jumlah minimum bollard per tambatan (unit)
GT < 2000	10-15	4
2000 $\leq$ GT < 5000	20	6
5000 $\leq$ GT < 20.000	25	6
20.000 $\leq$ GT < 50.000	35	8
50.000 $\leq$ 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 4.8 Ilustrasi Pemasangan Fender pada Dermaga

Dengan demikian, penentuan tipe dan ukuran dermaga harus dilakukan secara terpadu agar mampu memenuhi kebutuhan operasional, layak secara ekonomi, aman secara teknis, dan tetap memperhatikan keberlanjutan lingkungan. Perhitungan rinci mengenai panjang dermaga, kedalaman perairan, serta luas area dermaga dibahas pada bagian perencanaan fasilitas pelabuhan selanjutnya.

4.6 Rangkuman

Terminal merupakan bagian penting dari pelabuhan yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan kapal, bongkar muat, penyimpanan, dan perpindahan barang dari satu moda transportasi ke moda transportasi lainnya. Terminal dirancang berdasarkan jenis muatan yang dilayani. Oleh karena itu, setiap jenis terminal memiliki karakteristik fasilitas, peralatan, dan pola operasional yang berbeda. Jenis terminal antara lain:

1. Terminal general cargo;
2. Terminal multipurpose;
3. Terminal peti kemas;
4. Terminal Ro-Ro;
5. Terminal curah cair;
6. Terminal curah kering;
7. Terminal penumpang.

Komponen utama terminal terdiri atas:

1. Infrastruktur

- dermaga;
- lapangan penumpukan;
- gudang;
- jalan;
- drainase;
- jaringan utilitas.

2. Fasilitas Penunjang

- kantor;
- workshop;
- gate;
- area parkir;
- fasilitas keamanan;
- fasilitas keselamatan.

3. Peralatan Bongkar Muat

- crane;
- forklift;
- conveyor;
- mobile crane;
- reach stacker;
- hopper;
- pompa;
- pipa.

4. Sumber Daya Manusia

- pengoperasian peralatan;
- pengawasan;
- administrasi;
- keselamatan;
- pemeliharaan;
- pengelolaan terminal.

Kapasitas terminal ditentukan oleh kemampuan seluruh komponen terminal dalam melayani arus barang atau penumpang. Dalam suatu sistem terminal, kapasitas keseluruhan biasanya ditentukan oleh komponen dengan kapasitas paling rendah atau bottleneck.

Kinerja terminal dapat diukur melalui beberapa indikator, antara lain:

- waktu tunggu kapal;
- waktu pelayanan;
- waktu kapal berada di pelabuhan;
- produktivitas bongkar muat;
- utilisasi dermaga;
- kapasitas penyimpanan.

Salah satu indikator penting adalah *Berth Occupancy Ratio* (BOR) yang menunjukkan tingkat pemanfaatan dermaga.

Perencanaan terminal harus mampu mencapai keseimbangan antara:

Kapasitas → Produktivitas → Tingkat Pelayanan → Efisiensi Biaya

Terminal yang baik bukanlah terminal dengan fasilitas terbesar, tetapi terminal yang memiliki kapasitas sesuai kebutuhan dan mampu memberikan pelayanan yang aman, cepat, efisien, dan ekonomis.

4.7 Tugas

1. Tugas Kelompok

Topik: Perencanaan Terminal Berdasarkan Jenis Muatan

Setiap kelompok memilih salah satu jenis terminal:

- a. Terminal peti kemas;
- b. Terminal general cargo;
- c. Terminal Ro-Ro;
- d. Terminal curah cair;
- e. Terminal curah kering;
- f. Terminal penumpang.

2. Tugas Mahasiswa

Buatlah perencanaan awal terminal yang meliputi:

- a. Jenis dan karakteristik muatan;
- b. Jenis kapal yang dilayani;
- c. Fasilitas utama terminal;

- d. Fasilitas penyimpanan;
- e. Peralatan bongkar muat;
- f. Pola aliran barang atau penumpang;
- g. Kebutuhan akses transportasi darat;
- h. Kebutuhan tenaga kerja;
- i. Potensi bottleneck;
- j. Indikator kinerja terminal.

3. Pertanyaan Analisis

- a. Mengapa setiap jenis muatan membutuhkan terminal dengan karakteristik berbeda?
- b. Apa perbedaan fasilitas antara terminal peti kemas dan terminal curah cair?
- c. Mengapa kapasitas terminal ditentukan oleh komponen dengan kapasitas terendah?
- d. Apa yang dimaksud dengan bottleneck dalam operasional terminal?
- e. Bagaimana cara meningkatkan produktivitas terminal?
- f. Apa hubungan antara kapasitas lapangan penumpukan dan kapasitas dermaga?
- g. Mengapa peralatan bongkar muat harus disesuaikan dengan jenis muatan?
- h. Bagaimana pengaruh waktu tunggu kapal terhadap efisiensi terminal?
- i. Apa yang dimaksud dengan BOR?
- j. Bagaimana cara menciptakan terminal yang efisien dan berkelanjutan?

4. Studi Kasus Perhitungan Terminal

Sebuah terminal peti kemas memiliki data sebagai berikut:

Komponen	Kapasitas
Dermaga	300 TEU/jam
Quay Crane	280 TEU/jam
Container Yard	220 TEU/jam
Gate	350 TEU/jam
Transportasi Darat	250 TEU/jam

Pertanyaan

- a. Tentukan kapasitas efektif terminal.
- b. Identifikasi komponen yang menjadi bottleneck.
- c. Apa dampaknya terhadap operasional terminal?

- d. Berikan rekomendasi untuk meningkatkan kapasitas terminal.
- e. Apabila kapasitas Container Yard ditingkatkan menjadi 300 TEU/jam, apakah kapasitas terminal otomatis menjadi 300 TEU/jam? Jelaskan.

BAB V

TERMINAL PETI KEMAS

5.1 Pendahuluan

Terminal peti kemas merupakan fasilitas pelabuhan yang dirancang khusus untuk melayani kegiatan bongkar muat peti kemas secara efisien. Perkembangan perdagangan internasional telah meningkatkan penggunaan peti kemas karena mampu mempercepat distribusi barang, mengurangi biaya logistik, meningkatkan keamanan muatan, dan mendukung sistem transportasi multimoda. Oleh karena itu, perencanaan terminal peti kemas harus mempertimbangkan keseimbangan antara kapasitas, produktivitas, investasi, serta kualitas pelayanan agar mampu memenuhi kebutuhan pengguna jasa pelabuhan.

5.2 Konsep Terminal Peti Kemas

A. Definisi Terminal Peti Kemas

Terminal peti kemas (*container terminal*) merupakan fasilitas khusus di dalam pelabuhan yang dirancang untuk melayani kegiatan bongkar muat, penyimpanan sementara, serta perpindahan peti kemas antara kapal dan moda transportasi darat secara aman, cepat, dan efisien. Terminal ini menjadi pusat aktivitas logistik yang mengintegrasikan transportasi laut dengan transportasi darat sehingga mendukung kelancaran arus barang dalam perdagangan domestik maupun internasional.

Menurut Branch (2007), terminal peti kemas merupakan bagian dari pelabuhan yang menyediakan fasilitas dan peralatan khusus untuk menangani peti kemas melalui sistem operasi yang terintegrasi, mulai dari kapal, lapangan penumpukan (*container yard*), hingga distribusi ke moda transportasi lanjutan. Sementara itu, Thoresen (2014) menjelaskan bahwa terminal peti kemas merupakan suatu sistem yang terdiri atas dermaga, area penumpukan, peralatan bongkar muat, jaringan transportasi internal, serta sistem informasi yang saling mendukung untuk menghasilkan pelayanan yang produktif dan efisien.

Dalam perspektif manajemen pelabuhan, terminal peti kemas tidak hanya dipandang sebagai fasilitas fisik, tetapi juga sebagai suatu sistem operasi yang mengintegrasikan sumber daya manusia, peralatan, teknologi informasi, dan infrastruktur guna mencapai tingkat pelayanan yang optimal. Oleh karena itu, perencanaan terminal peti kemas harus mempertimbangkan proyeksi arus peti kemas (*throughput*), kapasitas fasilitas, produktivitas peralatan, serta kebutuhan pengembangan jangka panjang agar mampu mengikuti pertumbuhan perdagangan dan industri logistik.

B. Fungsi Terminal Peti Kemas

Terminal peti kemas memiliki fungsi utama sebagai pusat pelayanan logistik yang menghubungkan kegiatan transportasi laut dengan transportasi darat. Secara operasional, fungsi terminal meliputi:

1. Melayani kegiatan bongkar muat peti kemas dari kapal ke darat maupun sebaliknya secara aman dan efisien.
2. Menyediakan fasilitas penyimpanan sementara (*Container Yard*) bagi peti kemas sebelum didistribusikan atau dimuat ke kapal berikutnya.
3. Melakukan konsolidasi dan dekonsolidasi muatan melalui *Container Freight Station (CFS)* untuk peti kemas *Less than Container Load (LCL)*.
4. Mengatur arus keluar masuk peti kemas melalui sistem gerbang (*gate system*) yang terintegrasi dengan administrasi kepabeanan dan teknologi informasi.
5. Mendukung kegiatan logistik multimoda, yaitu perpindahan barang dari kapal menuju truk, kereta api, atau moda transportasi lainnya secara efisien.

C. Keunggulan Sistem Peti Kemas

Penerapan sistem peti kemas telah mengubah pola transportasi laut modern karena memberikan berbagai keuntungan dibandingkan sistem konvensional (*break bulk*). Beberapa keunggulan utama sistem peti kemas antara lain:

1. Mempercepat proses bongkar muat, karena barang dipindahkan dalam satu unit peti kemas sehingga waktu sandar kapal menjadi lebih singkat.
2. Meningkatkan produktivitas pelabuhan, melalui penggunaan peralatan mekanis seperti *Ship to Shore (STS) Crane*, *RTGC*, *Reach Stacker*, dan *Automated Guided Vehicle (AGV)*.
3. Mengurangi biaya logistik, karena waktu pelayanan kapal lebih pendek, kebutuhan tenaga kerja lebih efisien, dan risiko kerusakan barang dapat ditekan.
4. Meningkatkan keamanan muatan, sebab barang terlindungi di dalam peti kemas sehingga mengurangi risiko kehilangan, pencurian, maupun kerusakan selama proses distribusi.
5. Mendukung transportasi multimoda, karena peti kemas dapat dipindahkan dengan mudah dari kapal ke truk, kereta api, atau moda transportasi lainnya tanpa membongkar isi muatan.
6. Mempermudah pengelolaan logistik, melalui sistem identifikasi dan pelacakan (*tracking system*) yang memungkinkan pengawasan posisi peti kemas secara real time.

Menurut Stopford (2009), perkembangan sistem peti kemas merupakan salah satu inovasi terbesar dalam industri pelayaran karena mampu meningkatkan efisiensi rantai pasok global sekaligus menurunkan biaya transportasi internasional.

D. Peran Terminal Peti Kemas dalam Rantai Logistik Nasional dan Internasional

Terminal peti kemas memiliki peran strategis sebagai simpul utama (*logistics node*) dalam jaringan transportasi dan distribusi barang. Keberadaan terminal tidak hanya

berfungsi sebagai tempat bongkar muat, tetapi juga sebagai pusat integrasi antara pelayaran, pergudangan, kepabeanaan, transportasi darat, dan distribusi barang menuju konsumen akhir.

Dalam skala nasional, terminal peti kemas mendukung kelancaran distribusi barang antarwilayah, memperkuat konektivitas antarpulau, serta meningkatkan efisiensi sistem logistik nasional. Sementara itu, pada tingkat internasional terminal peti kemas menjadi pintu gerbang perdagangan global yang menghubungkan kegiatan ekspor dan impor dengan jaringan pelayaran dunia.

Seiring meningkatnya volume perdagangan internasional, terminal peti kemas dituntut memiliki kapasitas yang memadai, produktivitas tinggi, serta tingkat pelayanan yang kompetitif. Oleh karena itu, perencanaan terminal harus mempertimbangkan kebutuhan dermaga, lapangan penumpukan, peralatan bongkar muat, sistem informasi, dan jaringan transportasi hinterland secara terpadu agar mampu mengurangi *dwelling time*, meningkatkan *throughput*, dan menjaga kelancaran arus logistik.

5.3 Fasilitas Terminal Peti Kemas

Terminal peti kemas merupakan simpul logistik yang mengintegrasikan pelayanan transportasi laut (sea side) dengan transportasi darat (land side). Sebagai bagian dari sistem rantai pasok, terminal tidak hanya melayani kegiatan bongkar muat peti kemas, tetapi juga mengelola penyimpanan, pengendalian informasi, pemeriksaan, serta berbagai layanan pendukung yang bertujuan meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kelancaran arus barang. Oleh karena itu, pengelolaan terminal peti kemas menuntut koordinasi yang baik antara infrastruktur, teknologi informasi, peralatan, dan sumber daya manusia. Secara umum, fungsi utama terminal peti kemas meliputi kegiatan berikut.

A. Pelayanan Bongkar Muat Peti Kemas

Kegiatan utama terminal adalah melaksanakan proses bongkar muat peti kemas dari kapal ke darat maupun sebaliknya. Operasi ini dilakukan menggunakan peralatan khusus seperti Quay Crane (QC) yang melayani kapal di sisi dermaga, kemudian diteruskan dengan sistem transportasi internal menuju area penumpukan atau moda transportasi darat. Efektivitas proses bongkar muat menjadi indikator utama produktivitas terminal.

B. Penyimpanan Sementara Peti Kemas (Container Yard)

Container Yard (CY) merupakan fasilitas penyimpanan sementara bagi peti kemas sebelum dikirim ke pelanggan atau dimuat ke kapal berikutnya. Pengelolaan lapangan penumpukan yang baik memungkinkan pengaturan posisi peti kemas secara efisien sehingga mempercepat proses pengambilan, mengurangi waktu pencarian, dan meningkatkan kapasitas terminal.

C. Pengelolaan Dokumen dan Informasi

Terminal bertanggung jawab mengelola data dan dokumen yang berkaitan dengan asal, tujuan, status, dan jadwal pengiriman peti kemas. Saat ini, sebagian besar terminal menggunakan Terminal Operating System (TOS) yang memungkinkan pertukaran data secara real time dengan perusahaan pelayaran, bea cukai, serta pengguna jasa sehingga proses operasional menjadi lebih cepat dan akurat.

E. Pemeriksaan Kondisi Peti Kemas

Setiap peti kemas yang masuk maupun keluar terminal diperiksa kondisi fisiknya untuk mendeteksi kerusakan atau ketidaksesuaian. Hasil pemeriksaan dicatat sebagai dasar penentuan tanggung jawab apabila terjadi klaim kerusakan selama proses pengangkutan.

F. Pemeriksaan Muatan dan Keamanan

Sebagai bagian dari sistem keamanan logistik, terminal melakukan pemeriksaan terhadap muatan peti kemas berdasarkan ketentuan kepabeanan dan manajemen risiko. Pemeriksaan umumnya menggunakan teknologi pemindaian seperti X-ray Scanner, sedangkan pemeriksaan fisik hanya dilakukan apabila ditemukan indikasi pelanggaran atau barang berisiko tinggi.

G. Penyediaan Layanan Pendukung

Selain fungsi utama, terminal juga menyediakan berbagai layanan pendukung, seperti fasilitas perbaikan dan pembersihan peti kemas, konsolidasi muatan (Container Freight Station/CFS), layanan inspeksi, serta koordinasi dengan perusahaan logistik. Pada banyak pelabuhan modern, sebagian layanan pendukung tersebut dikelola oleh pihak ketiga di kawasan sekitar pelabuhan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan terminal.

Dalam perspektif manajemen pelabuhan, seluruh fasilitas terminal harus dikelola secara terpadu agar tercapai keseimbangan antara kapasitas, produktivitas, biaya operasional, dan kualitas pelayanan. Pengelolaan yang efektif akan mempercepat perputaran peti kemas (*container flow*), menurunkan dwelling time, meningkatkan utilisasi fasilitas, serta memperkuat daya saing pelabuhan dalam jaringan logistik nasional maupun internasional.

5.4 Komponen Utama Terminal Peti Kemas

A. Dermaga (*Container Berth*)

Fasilitas tempat kapal peti kemas bersandar dan melakukan kegiatan bongkar muat menggunakan *Ship to Shore* (STS) Crane. Panjang dan jumlah dermaga ditentukan oleh ukuran kapal, jumlah kunjungan kapal, serta *target throughput* terminal.

B. Apron

Apron merupakan area di belakang dermaga yang digunakan sebagai ruang operasional bongkar muat. Lebar apron dipengaruhi oleh jalur pelayanan kapal, posisi rel crane, ruang penyimpanan sementara, dan jalur kendaraan pengangkut peti kemas.

C. Container Yard (CY)

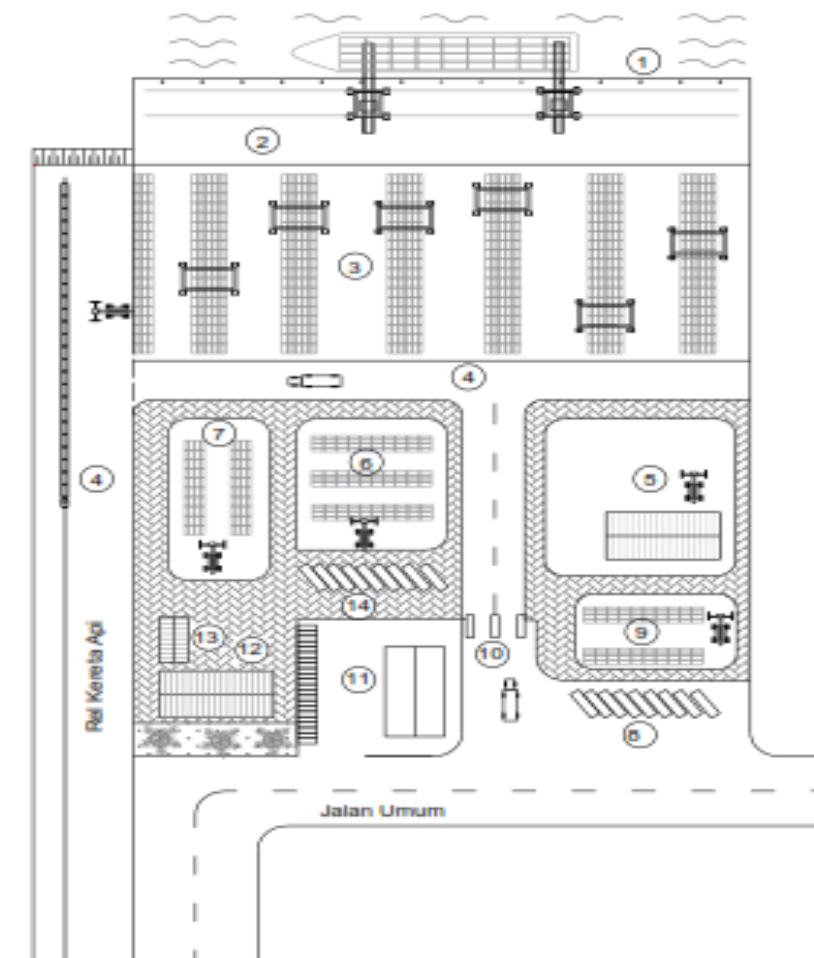
Container Yard adalah lapangan penumpukan peti kemas yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum peti kemas dimuat ke kapal atau dikirim ke luar pelabuhan. Area ini umumnya dibagi menjadi zona peti kemas ekspor, impor, kosong, reefer, dan barang berbahaya. Besarnya kebutuhan lahan dipengaruhi oleh arus peti kemas, *dwelling time*, jenis peralatan, tinggi tumpukan, dan target tingkat okupansi lapangan.

D. Container Freight Station (CFS)

CFS merupakan fasilitas untuk kegiatan konsolidasi dan dekonsolidasi muatan Less than Container Load (LCL), sehingga mempermudah proses distribusi barang sebelum dimuat atau setelah dibongkar dari peti kemas.

E. Gate System

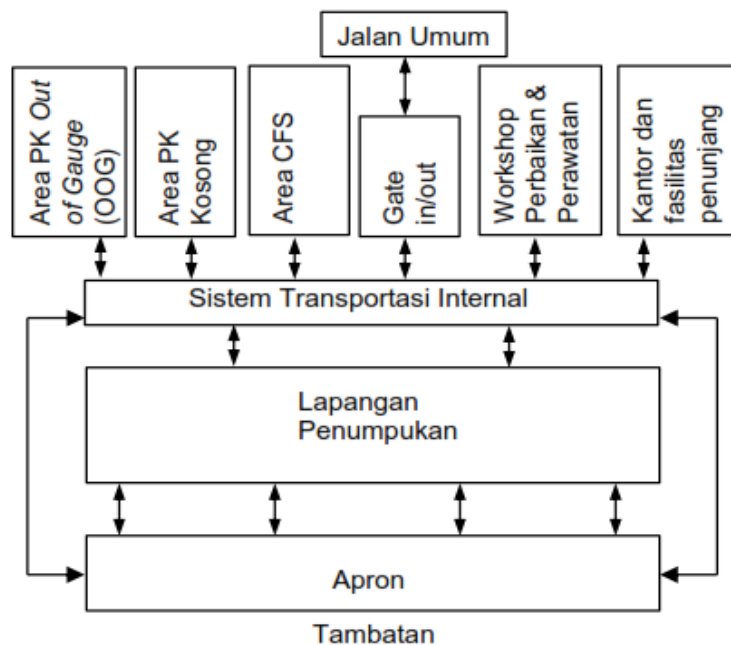
Gerbang keluar-masuk terminal yang berfungsi mengendalikan arus kendaraan, pemeriksaan dokumen, identifikasi peti kemas, dan pencatatan lalu lintas barang.



Gambar 5.1 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 5.2 Hubungan antar fasilitas Terminal Peti kemas

5.5 Peralatan Terminal Peti Kemas

Peralatan merupakan salah satu komponen utama dalam perencanaan dan pengoperasian terminal peti kemas. Pemilihan peralatan tidak hanya ditentukan oleh kapasitas dan kecepatan bongkar muat, tetapi juga harus mempertimbangkan karakteristik terminal, pola arus peti kemas, tata letak lapangan penumpukan, kebutuhan produktivitas, tingkat fleksibilitas operasional, biaya investasi, biaya pemeliharaan, konsumsi energi, serta kesiapan sumber daya manusia. Oleh karena itu, sistem peralatan terminal harus dirancang secara terpadu agar mampu mendukung kelancaran perpindahan peti kemas dari kapal menuju lapangan penumpukan dan selanjutnya ke moda transportasi darat.

Secara umum, peralatan terminal peti kemas dapat dikelompokkan berdasarkan fungsi operasionalnya, yaitu peralatan sisi laut (*ship-to-shore*), peralatan lapangan penumpukan (*yard equipment*), serta peralatan transportasi internal terminal.

A. *Ship-to-Shore Crane* (STS)

Ship-to-Shore Crane (STS) atau *quay crane* merupakan peralatan utama yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat peti kemas antara kapal dan dermaga. Crane ini bekerja dengan sistem rel dan dilengkapi dengan spreader untuk mengangkat peti kemas dari berbagai ukuran standar. STS memiliki produktivitas yang tinggi dan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan kecepatan pelayanan kapal. Pemilihannya harus mempertimbangkan ukuran kapal yang dilayani, jangkauan boom, jumlah baris peti kemas yang dapat dijangkau, tinggi tumpukan peti kemas di kapal, serta target produktivitas bongkar muat.

Dalam perencanaan terminal, jumlah STS harus disesuaikan dengan volume arus peti kemas, ukuran kapal, waktu pelayanan yang ditargetkan, serta tingkat utilisasi peralatan. Jumlah crane yang terlalu sedikit dapat menyebabkan waktu tunggu kapal meningkat, sedangkan jumlah yang terlalu banyak dapat menyebabkan investasi dan biaya operasi menjadi tidak efisien.



B. *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTGC)

Rubber Tyred Gantry Crane (RTGC) merupakan alat yang digunakan terutama untuk memindahkan dan menumpuk peti kemas di area *Container Yard* (CY). RTGC bergerak menggunakan roda karet sehingga memiliki fleksibilitas dalam berpindah antarblok penumpukan.



Keunggulan utama RTGC adalah fleksibilitas operasional dan kemampuannya melayani beberapa blok penumpukan. Peralatan ini banyak digunakan pada terminal yang membutuhkan kemampuan adaptasi terhadap perubahan pola arus peti kemas.

Pemilihan RTGC perlu mempertimbangkan tinggi dan konfigurasi tumpukan, lebar blok penumpukan, kapasitas angkat, jumlah jalur pelayanan, kebutuhan produktivitas, serta biaya bahan bakar dan pemeliharaan. Penggunaan RTGC juga perlu didukung oleh sistem manajemen terminal yang baik agar pergerakan alat dan penempatan peti kemas dapat diatur secara optimal.

C. Rail Mounted Gantry Crane (RMG)

Rail Mounted Gantry Crane (RMG) merupakan peralatan penanganan peti kemas yang bergerak di atas rel tetap. RMG digunakan terutama untuk kegiatan penumpukan dan pemindahan peti kemas pada container yard yang memiliki pola operasi teratur dan tingkat arus muatan yang tinggi. Dibandingkan RTGC, RMG memiliki tingkat presisi dan kapasitas penumpukan yang tinggi serta dapat mendukung otomasi operasional. Namun, fleksibilitasnya lebih rendah karena pergerakannya terbatas pada jalur rel yang telah ditentukan.

Pemilihan RMG sesuai untuk terminal dengan volume peti kemas besar, kebutuhan pemanfaatan lahan yang tinggi, dan pola operasi yang relatif stabil. Pertimbangan utama meliputi biaya pembangunan infrastruktur rel, kebutuhan kapasitas penumpukan, tingkat otomasi, produktivitas, serta rencana pengembangan terminal jangka panjang.



D. Reach Stacker

Reach Stacker merupakan peralatan bergerak yang digunakan untuk mengangkat, memindahkan, dan menumpuk peti kemas. Alat ini memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan dapat digunakan pada berbagai lokasi di dalam terminal. Reach stacker banyak digunakan pada terminal dengan volume peti kemas rendah hingga menengah atau pada terminal yang membutuhkan fleksibilitas operasional. Peralatan ini tidak memerlukan infrastruktur tetap seperti rel, sehingga relatif mudah diterapkan dan dipindahkan.

Keterbatasannya adalah kapasitas penumpukan dan efisiensi penggunaan lahan yang umumnya lebih rendah dibandingkan sistem gantry crane. Oleh karena itu, pemilihan reach stacker perlu mempertimbangkan volume arus peti kemas, luas lahan, kebutuhan fleksibilitas, dan kemampuan investasi terminal.



E. Empty Handler

Empty Handler merupakan peralatan khusus yang digunakan untuk menangani peti kemas kosong. Alat ini berfungsi memindahkan dan menumpuk empty container pada area penyimpanan khusus. Karena peti kemas kosong tidak membawa muatan, kebutuhan operasionalnya berbeda dengan peti kemas penuh.



Empty handler dirancang untuk melakukan penumpukan pada ketinggian tertentu secara efisien. Penggunaan alat ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan area penyimpanan peti kemas kosong. Dalam perencanaan terminal, kebutuhan empty handler harus disesuaikan dengan proporsi peti kemas kosong, pola pengembalian peti kemas, luas area penyimpanan, dan tingkat perputaran peti kemas.

F. Terminal Tractor

Terminal Tractor merupakan kendaraan khusus yang digunakan untuk menarik trailer atau chassis pembawa peti kemas di dalam area terminal. Alat ini berperan penting dalam menghubungkan kegiatan bongkar muat di dermaga dengan kegiatan penumpukan di container yard.



Terminal tractor memiliki kemampuan manuver yang baik dan dirancang untuk operasi berulang dalam jarak pendek. Produktivitasnya sangat dipengaruhi oleh jarak antara dermaga dan lapangan penumpukan, kondisi lalu lintas internal, waktu tunggu, serta sistem pengaturan perjalanan.

Dalam perencanaan terminal, jumlah terminal tractor harus dihitung berdasarkan jumlah STS, jarak operasi, waktu perjalanan, dan target produktivitas bongkar muat. Ketidakseimbangan antara jumlah crane dan terminal tractor dapat menimbulkan antrean serta menurunkan produktivitas keseluruhan terminal.

G. Trailer

Trailer atau chassis merupakan alat angkut yang digunakan untuk membawa peti kemas di dalam terminal maupun pada sistem transportasi darat. Trailer biasanya ditarik oleh terminal tractor dan berfungsi sebagai media pemindahan peti kemas antara dermaga, container yard, serta area gate.



Jumlah trailer yang diperlukan bergantung pada volume arus peti kemas, jarak perpindahan, waktu siklus perjalanan, dan sistem operasi terminal. Dalam perencanaan, kapasitas trailer harus disesuaikan dengan ukuran dan berat peti kemas yang dilayani. Pengelolaan trailer yang efektif diperlukan untuk mencegah terjadinya kekurangan alat angkut maupun penumpukan kendaraan di area operasional terminal.

H. Forklift

Forklift merupakan alat angkat yang digunakan untuk menangani muatan, termasuk peti kemas berukuran tertentu, terutama pada area gudang, depot, dan fasilitas pendukung terminal. Forklift memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat digunakan untuk berbagai aktivitas

pemindahan muatan. Namun, penggunaannya untuk peti kemas berukuran besar umumnya terbatas dibandingkan dengan gantry crane atau reach stacker. Pemilihan forklift harus mempertimbangkan kapasitas angkat, jenis muatan, kondisi permukaan area operasi, tinggi angkat, serta kebutuhan pelayanan pada area gudang dan fasilitas pendukung lainnya.



I. Automated Guided Vehicle (AGV)

Automated Guided Vehicle (AGV) merupakan kendaraan otomatis yang digunakan untuk memindahkan peti kemas tanpa pengemudi secara langsung. AGV dapat beroperasi berdasarkan sistem navigasi dan pengendalian terintegrasi dengan sistem manajemen terminal.



Penggunaan AGV dapat meningkatkan konsistensi operasi, mengurangi ketergantungan pada tenaga pengemudi, dan mendukung otomatisasi terminal. Namun, penerapannya memerlukan investasi teknologi yang besar, sistem pengendalian yang andal, serta infrastruktur dan sistem informasi yang terintegrasi. AGV lebih sesuai digunakan pada terminal dengan volume arus peti kemas tinggi, kebutuhan otomasi yang besar, dan kemampuan investasi yang memadai. Oleh karena itu, keputusan penggunaan AGV harus mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan produktivitas, biaya investasi, biaya operasi, dan kompleksitas pengelolaan sistem.

5.6 Pertimbangan Pemilihan Peralatan Terminal

Pemilihan peralatan terminal peti kemas harus dilakukan melalui pendekatan yang terintegrasi. Beberapa aspek utama yang perlu dipertimbangkan meliputi:

1. Volume dan karakteristik arus peti kemas, termasuk jumlah TEUs, proporsi peti kemas penuh dan kosong, serta pola kedatangan kapal.
2. Target produktivitas terminal, terutama kecepatan bongkar muat kapal dan waktu pelayanan di dermaga.
3. Tata letak terminal, termasuk hubungan antara dermaga, container yard, gate, jalur transportasi internal, dan fasilitas pendukung.
4. Kapasitas dan tingkat utilisasi peralatan, sehingga jumlah alat yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan operasional tanpa menimbulkan kelebihan investasi.
5. Fleksibilitas operasional, terutama dalam menghadapi perubahan volume dan pola arus peti kemas.

6. Biaya investasi dan biaya operasional, termasuk energi, tenaga kerja, pemeliharaan, dan penggantian komponen.
7. Tingkat otomasi dan teknologi informasi, terutama untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, keselamatan, dan pengendalian operasi.
8. Kondisi lingkungan dan keberlanjutan, termasuk konsumsi energi, emisi, tingkat kebisingan, serta peluang penggunaan peralatan berbasis listrik atau energi rendah emisi.
9. Ketersediaan tenaga kerja dan kompetensi operator, karena efektivitas peralatan sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengoperasian dan pemeliharaannya.

Dengan demikian, tidak terdapat satu jenis peralatan yang selalu paling unggul untuk semua terminal. Pemilihan peralatan harus didasarkan pada kesesuaian antara kapasitas terminal, pola operasi, tata letak, tingkat pelayanan, produktivitas, biaya, dan strategi pengembangan jangka panjang. Dalam perspektif manajemen perencanaan pelabuhan, kombinasi peralatan yang tepat harus mampu menghasilkan keseimbangan antara efisiensi operasional, produktivitas, kualitas pelayanan, keselamatan, dan keberlanjutan finansial terminal.

5.7 Perencanaan Fasilitas Terminal Peti Kemas

Perencanaan fasilitas terminal peti kemas merupakan proses terpadu yang bertujuan memastikan seluruh fasilitas mampu mendukung arus peti kemas secara efektif, efisien, aman, dan berkelanjutan. Perencanaan tidak hanya mempertimbangkan kapasitas muatan, tetapi juga hubungan antara kapal, dermaga, apron, peralatan bongkar muat, lapangan penumpukan, serta sistem transportasi internal terminal. Oleh karena itu, setiap fasilitas harus direncanakan berdasarkan proyeksi throughput, karakteristik kapal, pola operasi, produktivitas peralatan, kebutuhan lahan, dan target tingkat pelayanan.

A. Perencanaan Kapasitas Terminal

Kapasitas terminal ditentukan berdasarkan proyeksi arus peti kemas atau throughput yang akan dilayani selama periode perencanaan. Dalam analisisnya, perlu dipertimbangkan ukuran dan karakteristik kapal, jumlah kunjungan kapal, produktivitas peralatan bongkar muat, waktu pelayanan, serta target tingkat pelayanan terminal. Kapasitas terminal harus direncanakan secara seimbang agar mampu memenuhi kebutuhan saat ini sekaligus mengantisipasi pertumbuhan arus peti kemas pada masa mendatang.

B. Perencanaan Dermaga

Dermaga merupakan fasilitas utama dalam pelayanan kapal sehingga perencanaannya harus disesuaikan dengan karakteristik kapal dan proyeksi arus peti kemas. Aspek utama yang perlu ditentukan meliputi jumlah tambatan, panjang dermaga, kedalaman kolam, dan kapasitas pelayanan kapal. Jumlah tambatan harus direncanakan berdasarkan volume dan pola kedatangan kapal serta tingkat produktivitas bongkar muat. Salah satu indikator penting yang digunakan adalah *Berth Occupancy Ratio* (BOR). Nilai BOR perlu dijaga pada tingkat

yang sesuai agar pemanfaatan dermaga tetap optimal tanpa menimbulkan antrean kapal dan waktu tunggu yang berlebihan.

C. Perencanaan Apron

Apron merupakan area transisi antara dermaga dan lapangan penumpukan yang berfungsi sebagai ruang operasional utama dalam proses perpindahan peti kemas. Perencanaannya harus menyediakan ruang yang memadai bagi jalur operasi crane, pergerakan kendaraan pengangkut peti kemas, area kerja sementara, serta fasilitas pendukung lainnya. Lebar dan konfigurasi apron harus disesuaikan dengan jenis peralatan yang digunakan dan pola lalu lintas internal terminal. Perencanaan apron yang tepat akan mengurangi konflik pergerakan alat, memperlancar arus peti kemas, dan meningkatkan keselamatan kerja.

D. Perencanaan Lapangan Penumpukan

Container Yard (CY) merupakan fasilitas penyimpanan sementara peti kemas sebelum dipindahkan ke kapal atau moda transportasi darat. Kebutuhan luas dan kapasitas CY ditentukan oleh throughput tahunan, dwelling time, jenis peralatan penumpukan, tinggi tumpukan, serta target *Yard Occupancy Ratio (YOR)*. Untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan, area penumpukan umumnya dibagi berdasarkan karakteristik peti kemas, seperti area impor, ekspor, peti kemas kosong, reefer, dan barang berbahaya. Pembagian tersebut memungkinkan pengaturan arus peti kemas yang lebih terstruktur dan mengurangi waktu pencarian serta pemindahan peti kemas.

E. Perencanaan Ground Slot

Ground slot merupakan satuan ruang dasar yang digunakan untuk menempatkan satu peti kemas pada lapangan penumpukan. Kebutuhan ground slot ditentukan berdasarkan volume arus peti kemas, rata-rata lama penyimpanan, tinggi tumpukan, serta target tingkat okupansi lapangan. Perhitungan ground slot menjadi dasar penting dalam menentukan luas Container Yard dan menyusun konfigurasi blok penumpukan. Dengan perencanaan ground slot yang tepat, kapasitas penyimpanan dapat dimaksimalkan tanpa mengurangi kelancaran pergerakan peralatan.

5.8 Tata Letak (*Layout*) Terminal Peti Kemas

Tata letak terminal peti kemas merupakan pengaturan spasial berbagai fasilitas, peralatan, dan jalur pergerakan dalam suatu kawasan terminal. Layout harus dirancang untuk menciptakan hubungan operasional yang efisien antara kapal, dermaga, apron, Container Yard, gate, serta jaringan transportasi darat. Kesalahan dalam penyusunan tata letak dapat meningkatkan jarak perpindahan peti kemas, waktu siklus peralatan, konflik lalu lintas, dan biaya operasional terminal.

Prinsip utama penyusunan layout terminal peti kemas meliputi:

1. Meminimalkan jarak perpindahan peti kemas, sehingga waktu dan biaya transportasi internal dapat dikurangi.
2. Mempercepat siklus bongkar muat, melalui hubungan yang efisien antara dermaga, apron, dan lapangan penumpukan.
3. Mengurangi konflik lalu lintas peralatan, dengan memisahkan atau mengatur jalur pergerakan kendaraan dan alat secara sistematis.
4. Memaksimalkan pemanfaatan lahan, melalui pengaturan blok penumpukan, jalur kendaraan, dan fasilitas pendukung secara optimal.
5. Meningkatkan keselamatan kerja, dengan menyediakan jalur operasi yang jelas, ruang manuver yang memadai, serta pemisahan antara area kendaraan, alat, dan pekerja.

Dengan demikian, layout terminal tidak hanya merupakan persoalan penempatan fasilitas secara fisik, tetapi juga merupakan instrumen manajemen operasional. Layout yang baik harus mampu mendukung produktivitas, mengurangi waktu tidak produktif, mengoptimalkan pemanfaatan lahan, serta memberikan fleksibilitas terhadap perkembangan volume peti kemas dan perubahan teknologi peralatan.

5.9 Integrasi Perencanaan Fasilitas dan Tata Letak Terminal

Perencanaan fasilitas dan tata letak terminal peti kemas merupakan dua aspek yang tidak dapat dipisahkan. Kapasitas dermaga akan memengaruhi kebutuhan apron dan jumlah peralatan, sedangkan produktivitas peralatan akan memengaruhi kebutuhan Container Yard dan pola pergerakan internal. Demikian pula, kapasitas lapangan penumpukan dan tingkat okupansinya akan memengaruhi kelancaran arus peti kemas menuju gate dan moda transportasi darat.

Oleh karena itu, perencanaan terminal harus dilakukan secara sistemik dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kapasitas, produktivitas, utilisasi fasilitas, efisiensi tata letak, keselamatan, dan biaya operasional. Tujuan akhirnya adalah menciptakan terminal peti kemas yang mampu melayani arus barang secara cepat, aman, efisien, dan adaptif terhadap pertumbuhan kebutuhan transportasi serta perkembangan teknologi kepelabuhanan.

5.10 Rangkuman

1. Terminal peti kemas merupakan fasilitas khusus yang mendukung distribusi barang berbasis peti kemas secara efisien.
2. Komponen utama terminal meliputi dermaga, apron, container yard, CFS, dan sistem gerbang.
3. Perencanaan terminal harus mempertimbangkan kapasitas, produktivitas, investasi, serta kualitas pelayanan.
4. Kebutuhan dermaga dan lapangan penumpukan ditentukan oleh proyeksi throughput, ukuran kapal, dwelling time, jenis peralatan, serta target tingkat utilisasi fasilitas.
5. Tata letak terminal yang baik mampu mengurangi waktu pelayanan, mempercepat arus barang, dan meningkatkan produktivitas operasional.

5.11 Tugas

A. Pertanyaan Teori

1. Jelaskan pengertian terminal peti kemas dan perannya dalam sistem logistik modern.
2. Mengapa perencanaan terminal peti kemas harus mempertimbangkan aspek kapasitas dan produktivitas secara bersamaan?
3. Uraikan fungsi masing-masing fasilitas utama pada terminal peti kemas.
4. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi kebutuhan luas Container Yard.
5. Mengapa indikator BOR dan YOR menjadi parameter penting dalam evaluasi kinerja terminal peti kemas?

B. Studi Kasus

Sebuah pelabuhan merencanakan pembangunan terminal peti kemas dengan target throughput sebesar **350.000 TEUs per tahun**.

Analisislah:

1. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan jumlah dermaga.
2. Komponen utama yang harus tersedia pada terminal tersebut.
3. Strategi yang dapat diterapkan agar nilai BOR dan YOR tetap berada pada batas optimal.
4. Rekomendasikan tata letak fasilitas utama untuk mendukung kelancaran arus peti kemas.

BAB VI

TERMINAL KAPAL CARGO DAN MULTIPURPOSE

6.1 Pendahuluan

Terminal merupakan salah satu komponen utama dalam sistem kepelabuhanan yang berfungsi sebagai titik pertemuan antara kapal, muatan, dan moda transportasi darat. Dalam kegiatan perdagangan dan distribusi barang, terminal tidak hanya berperan sebagai tempat bongkar muat, tetapi juga sebagai pusat pengelolaan arus barang, penyimpanan sementara, pengendalian informasi, serta penghubung antara transportasi laut dan jaringan distribusi di wilayah hinterland.

Terminal kapal cargo dan terminal multipurpose memiliki karakteristik yang berbeda dengan terminal khusus, seperti terminal peti kemas atau terminal curah. Terminal kapal cargo umumnya melayani muatan yang beragam, terutama general cargo atau break bulk, sedangkan terminal multipurpose dirancang untuk melayani lebih dari satu jenis muatan dan kapal secara fleksibel. Oleh karena itu, perencanaan kedua jenis terminal tersebut memerlukan pendekatan manajemen yang mampu menyeimbangkan kebutuhan kapasitas, fleksibilitas operasional, produktivitas, investasi, serta efisiensi pemanfaatan lahan.

Dalam perencanaan terminal, keputusan mengenai jenis fasilitas, peralatan, tata letak, kapasitas penyimpanan, serta sistem operasional harus dilakukan secara terintegrasi. Kesalahan dalam menentukan salah satu komponen dapat menimbulkan hambatan pada komponen lainnya. Sebagai contoh, peningkatan kapasitas dermaga tanpa diikuti peningkatan kapasitas lapangan penumpukan dan peralatan bongkar muat dapat menimbulkan kemacetan operasional. Oleh karena itu, perencanaan terminal harus dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri atas berbagai subsistem yang saling berkaitan.

6.2 Terminal Kapal Cargo

Terminal kapal cargo merupakan fasilitas pelabuhan yang digunakan untuk melayani kapal pengangkut barang, khususnya muatan general cargo atau break bulk. Muatan yang dilayani dapat berupa barang dalam kemasan maupun barang dengan bentuk dan ukuran tertentu yang tidak selalu menggunakan peti kemas.

Jenis muatan yang dapat ditangani antara lain:

- barang dalam karung, drum, peti, dan palet;
- produk baja dan logam;
- kayu dan hasil olahannya;
- kendaraan dan alat berat;
- mesin dan peralatan industri;
- kabel dan gulungan material;

- muatan proyek atau heavy cargo;
- berbagai jenis barang lain yang tidak memiliki volume cukup besar untuk dilayani oleh terminal khusus.

Karakteristik utama terminal cargo adalah keragaman jenis, bentuk, ukuran, berat, serta metode penanganan muatan. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan fasilitas dan peralatan terminal relatif fleksibel. Berbeda dengan terminal peti kemas yang memiliki standar unit dan sistem operasi yang lebih seragam, terminal cargo memerlukan kemampuan adaptasi terhadap berbagai karakteristik muatan.

Dari sudut pandang manajemen, keragaman muatan tersebut memberikan fleksibilitas pelayanan, tetapi juga meningkatkan kompleksitas pengelolaan terminal. Oleh karena itu, perencana harus mempertimbangkan kesesuaian antara jenis muatan, metode bongkar muat, kapasitas penyimpanan, jenis peralatan, serta pola pergerakan barang di dalam terminal.

6.3 Fungsi dan Kegiatan Operasional Terminal Cargo

Secara umum, terminal cargo menjalankan beberapa fungsi utama, yaitu:

1. pelayanan kapal;
2. kegiatan bongkar muat barang;
3. penyimpanan sementara;
4. pemeriksaan dan pengelolaan muatan;
5. pemindahan barang ke moda transportasi darat; dan
6. pelayanan pendukung lainnya.

A. Pelayanan Kapal

Pelayanan kapal mencakup kegiatan sejak kapal memasuki wilayah pelabuhan, melakukan manuver, bersandar, melakukan bongkar muat, hingga meninggalkan pelabuhan. Efisiensi pelayanan kapal menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kinerja terminal.

Semakin lama kapal berada di pelabuhan, semakin besar biaya yang harus ditanggung oleh operator kapal dan pemilik muatan. Oleh karena itu, pengelola terminal perlu mengendalikan waktu pelayanan melalui perencanaan jumlah tambatan, ketersediaan alat bongkar muat, tenaga kerja, dan koordinasi antarinstansi.

B. Bongkar Muat Barang

Kegiatan bongkar muat merupakan aktivitas utama terminal cargo. Karena karakteristik muatan yang beragam, metode penanganannya dapat dilakukan menggunakan kombinasi peralatan tetap dan bergerak, seperti:

- mobile crane;
- forklift;

- reach stacker;
- wheel loader;
- conveyor;
- truk dan trailer;
- peralatan khusus untuk heavy cargo.

Pemilihan alat harus disesuaikan dengan berat, dimensi, bentuk, dan karakteristik muatan. Penggunaan peralatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan rendahnya produktivitas, kerusakan muatan, dan peningkatan biaya operasional.

C. Penyimpanan Sementara

Muatan yang telah dibongkar dari kapal tidak selalu langsung dikirim ke tujuan akhir. Oleh karena itu, terminal menyediakan fasilitas penyimpanan sementara berupa:

- lapangan penumpukan terbuka;
- gudang tertutup;
- gudang transit;
- area khusus untuk muatan berat;
- area penyimpanan barang berbahaya.

Pemilihan jenis fasilitas penyimpanan bergantung pada karakteristik barang, lama penyimpanan, kebutuhan perlindungan terhadap cuaca, serta tingkat keamanan yang diperlukan.

D. Pemindahan ke Moda Transportasi Darat

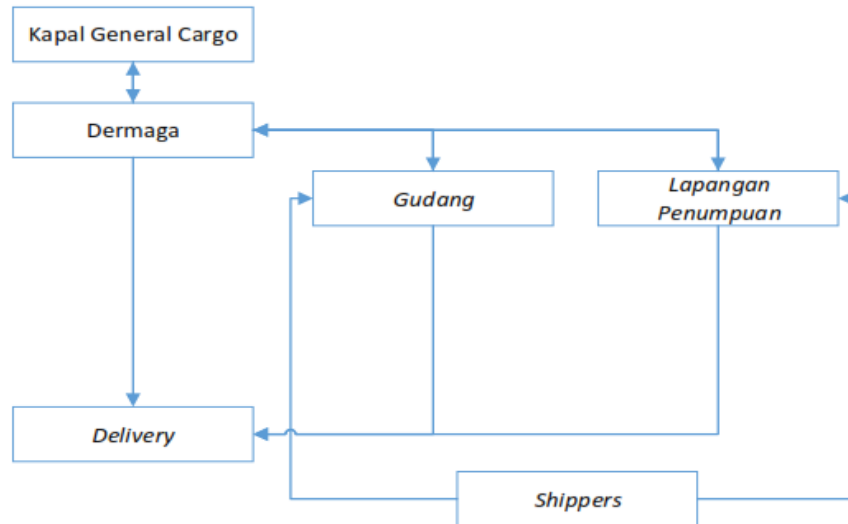
Terminal cargo juga berfungsi sebagai titik perpindahan muatan dari transportasi laut menuju moda transportasi darat. Moda tersebut dapat berupa truk, kereta api, atau moda transportasi lainnya.

Pengelolaan arus kendaraan menjadi aspek penting dalam perencanaan terminal. Ketidakseimbangan antara kapasitas pelayanan dermaga dan kapasitas sistem transportasi darat dapat menyebabkan antrean kendaraan dan menurunkan kinerja terminal secara keseluruhan.

6.4 Fasilitas Terminal Cargo

Perencanaan fasilitas terminal cargo harus dilakukan secara terpadu dengan mempertimbangkan keterkaitan antara fasilitas perairan, fasilitas daratan, peralatan bongkar muat, dan sistem transportasi menuju hinterland. Alur penanganan muatan dimulai sejak barang dibongkar dari kapal di dermaga. Selanjutnya, muatan dapat langsung dipindahkan ke truk melalui sistem *direct delivery* apabila volumenya relatif kecil dan tidak menimbulkan antrean kendaraan. Untuk volume muatan yang lebih besar, barang terlebih dahulu dipindahkan ke fasilitas penyimpanan sementara, berupa lapangan penumpukan

terbuka atau gudang tertutup sesuai karakteristik muatan, sebelum diangkut menuju pemilik barang. Oleh karena itu, perencanaan terminal cargo harus mampu mengintegrasikan kapasitas dermaga, area apron, fasilitas penyimpanan, peralatan bongkar muat, serta jaringan transportasi darat agar arus barang berlangsung lancar, efisien, dan tidak menimbulkan hambatan operasional.



Gambar 6.1 Ilustrasi Kegiatan Bongkar / Muat Kapal Kargo

A. Dermaga

Dermaga berfungsi sebagai tempat kapal bersandar dan melakukan kegiatan bongkar muat. Perencanaan dermaga harus memperhatikan:

- ukuran kapal rencana;
- jumlah kapal yang dilayani;
- jenis muatan;
- metode bongkar muat;
- jenis peralatan;
- kedalaman perairan;
- kebutuhan panjang tambatan.

Jumlah dan panjang dermaga harus mampu mendukung target pelayanan dengan tingkat okupansi yang terkendali.

B. Apron

Apron merupakan area di belakang dermaga yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat dan pergerakan peralatan. Pada terminal cargo, apron harus memiliki ruang yang cukup untuk:

- operasi crane;

- penempatan sementara muatan;
- pergerakan forklift;
- pergerakan truk;
- kegiatan pengangkatan dan pemindahan barang.

Lebar apron sangat dipengaruhi oleh metode bongkar muat dan jenis peralatan yang digunakan.

C. Gudang

Gudang digunakan untuk menyimpan barang yang memerlukan perlindungan dari cuaca, pencurian, atau kerusakan. Kapasitas gudang harus direncanakan berdasarkan:

- volume muatan;
- waktu tinggal barang;
- karakteristik barang;
- kebutuhan ruang operasional;
- kebutuhan akses peralatan.

D. Lapangan Penumpukan

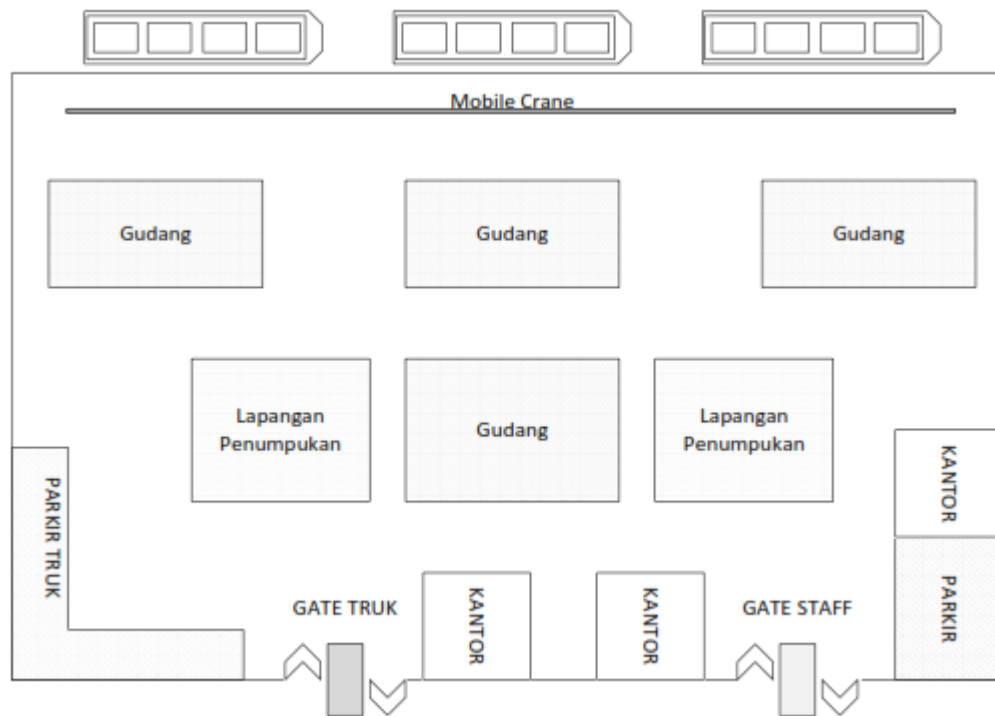
Lapangan penumpukan digunakan untuk barang yang relatif tahan terhadap kondisi lingkungan. Tata letaknya harus mempertimbangkan kemudahan akses, keselamatan, pemisahan jenis muatan, serta efisiensi pergerakan alat.

E. Area Transportasi Darat

Fasilitas transportasi darat meliputi:

- jalan internal terminal;
- area antre kendaraan;
- gate;
- area pemeriksaan;
- area parkir;
- fasilitas timbang.

Perencanaan fasilitas tersebut bertujuan menjaga kelancaran arus kendaraan dan mencegah konflik antara kendaraan internal dan eksternal.



Gambar 6.2 Tata letak Terminal *General Cargo*

6.5 Perencanaan Operasional Terminal Cargo

Perencanaan operasional terminal cargo harus diarahkan untuk mencapai tiga tujuan utama, yaitu:

1. meningkatkan kualitas pelayanan;
2. meningkatkan produktivitas; dan
3. mengendalikan biaya operasional.

Dalam praktiknya, ketiga tujuan tersebut harus dikelola secara seimbang. Peningkatan produktivitas tidak selalu berarti penambahan jumlah peralatan. Penambahan alat yang tidak diikuti dengan peningkatan volume muatan justru dapat meningkatkan biaya investasi dan pemeliharaan.

Oleh karena itu, perencanaan operasional perlu memperhatikan:

- volume dan pola kedatangan kapal;
- karakteristik muatan;
- waktu pelayanan;
- produktivitas alat;
- ketersediaan tenaga kerja;
- kapasitas gudang dan lapangan;
- kondisi lalu lintas internal terminal.

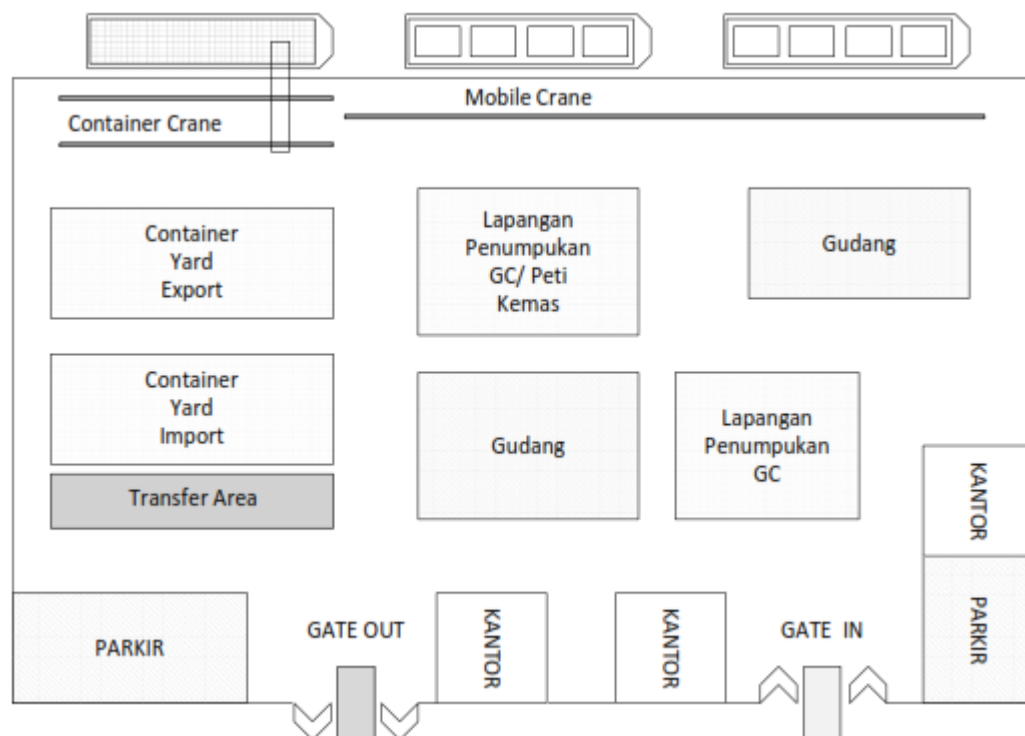
Pendekatan manajemen terminal harus berorientasi pada optimalisasi keseluruhan sistem, bukan hanya pada peningkatan kinerja salah satu fasilitas.

6.6 Terminal Multipurpose

A. Pengertian

Terminal multipurpose merupakan fasilitas pelabuhan yang dirancang untuk melayani berbagai jenis kapal dan muatan secara fleksibel. Terminal ini dapat menangani general cargo, peti kemas, muatan Ro/Ro, heavy cargo, serta jenis muatan lainnya sesuai dengan kapasitas dan fasilitas yang tersedia.

Terminal multipurpose memiliki dua karakteristik utama. Pertama, terminal harus mampu menangani muatan yang heterogen. Kedua, volume masing-masing jenis muatan tidak selalu cukup besar untuk membenarkan pembangunan terminal khusus. Dengan demikian, terminal multipurpose menjadi pilihan yang rasional bagi wilayah yang memiliki arus muatan beragam tetapi volume setiap jenis muatan relatif terbatas.



Gambar 6.3 Layout Terminal Multipurpose

B. Jenis Muatan yang Dilayani

Terminal multipurpose dapat melayani berbagai jenis komoditas, antara lain:

- hasil hutan dan produk olahan kayu;
- besi dan baja;
- peti kemas dan palet;
- muatan Ro/Ro;

- heavy cargo;
- pupuk;
- hasil pertanian;
- bahan makanan;
- general cargo lainnya.

Keragaman jenis muatan tersebut memerlukan sistem pengelolaan yang fleksibel. Tidak semua muatan harus dilayani dengan fasilitas khusus. Namun, jenis muatan yang memiliki karakteristik khusus tetap memerlukan fasilitas dan prosedur penanganan yang sesuai.

C. Pengembangan Terminal General Cargo Menjadi Terminal Multipurpose

Terminal multipurpose sering kali berkembang dari terminal general cargo. Perubahan tersebut biasanya terjadi ketika volume jenis muatan tertentu, seperti peti kemas, meningkat dan membutuhkan fasilitas khusus.

Pengembangan terminal dapat dilakukan melalui:

- penambahan peralatan bongkar muat;
- pembangunan lapangan penumpukan peti kemas;
- perluasan apron;
- penyediaan gudang atau fasilitas konsolidasi;
- pengaturan ulang tata letak terminal;
- pemisahan jalur masuk dan keluar kendaraan.

Dalam pengembangan tersebut, prinsip utama yang harus diperhatikan adalah kemampuan terminal untuk mempertahankan pelayanan terhadap muatan lama sekaligus mengakomodasi jenis muatan baru.

6.7 Perencanaan Fasilitas Terminal Multipurpose

A. Perencanaan Dermaga

Dermaga terminal multipurpose harus memiliki fleksibilitas untuk melayani berbagai jenis kapal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pembagian tambatan berdasarkan karakteristik muatan dan peralatan.

Sebagai contoh:

- satu tambatan digunakan untuk pelayanan peti kemas;
- tambatan lainnya digunakan untuk general cargo;
- tambatan tertentu digunakan untuk heavy cargo atau muatan khusus.

Pembagian tersebut tidak selalu bersifat permanen. Dalam terminal multipurpose, penggunaan fasilitas dapat disesuaikan dengan pola permintaan dan jadwal kapal.

B. Perencanaan Apron

Apron harus dirancang dengan ruang yang memadai untuk berbagai jenis aktivitas. Apabila terminal melayani peti kemas, apron harus menyediakan ruang yang cukup untuk:

- container crane;
- reach stacker;
- terminal tractor;
- trailer;
- kegiatan pemindahan peti kemas.

Sementara itu, pelayanan general cargo dapat memerlukan ruang untuk mobile crane, forklift, atau alat berat lainnya.

C. Perencanaan Area Penyimpanan

Terminal multipurpose memerlukan beberapa jenis area penyimpanan, seperti:

- lapangan penumpukan general cargo;
- gudang tertutup;
- container yard;
- area peti kemas kosong;
- area muatan berat;
- area kendaraan;
- area muatan khusus.

Penataan area harus dilakukan berdasarkan frekuensi penggunaan, karakteristik muatan, dan kebutuhan akses alat.

D. Peralatan Bongkar Muat

Peralatan pada terminal multipurpose harus dipilih berdasarkan prinsip fleksibilitas dan utilisasi. Peralatan yang dapat digunakan untuk berbagai jenis muatan dapat memberikan keuntungan manajerial karena mengurangi kebutuhan investasi pada banyak jenis alat.

Namun, fleksibilitas tersebut harus tetap mempertimbangkan produktivitas. Penggunaan satu alat untuk terlalu banyak jenis kegiatan dapat menimbulkan antrean dan menurunkan kinerja terminal.

6.8 Tata Letak Terminal Multipurpose

Tata letak terminal multipurpose harus mampu mengakomodasi berbagai aliran barang dan kendaraan. Beberapa prinsip utama yang perlu diterapkan adalah:

1. Pemisahan arus berdasarkan jenis kegiatan. Arus peti kemas, general cargo, kendaraan, dan heavy cargo perlu diatur agar tidak menimbulkan konflik operasional.
2. Kedekatan fasilitas dengan titik pelayanan. Area penyimpanan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan dermaga tanpa mengganggu kegiatan bongkar muat.
3. Efisiensi pergerakan alat. Jarak perpindahan barang harus diminimalkan untuk mengurangi waktu dan biaya operasional.
4. Pemisahan jalur masuk dan keluar. Pemisahan gate dapat mengurangi konflik lalu lintas dan meningkatkan kelancaran sirkulasi kendaraan.
5. Fleksibilitas pengembangan. Tata letak harus memungkinkan perluasan fasilitas apabila volume muatan meningkat.

Dalam pengembangan terminal general cargo menjadi terminal multipurpose, perubahan tata letak dapat meliputi konversi salah satu tambatan untuk pelayanan peti kemas, penambahan container crane, perluasan apron, penyediaan container yard, serta pengaturan ulang jalur lalu lintas internal. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa tata letak terminal harus mengikuti kebutuhan operasional dan perkembangan jenis muatan yang dilayani.

6.9 Manajemen Kapasitas Terminal Cargo dan Multipurpose

Kapasitas terminal tidak hanya ditentukan oleh luas lahan, tetapi merupakan hasil interaksi antara berbagai komponen sistem. Komponen utama yang mempengaruhi kapasitas meliputi:

- kapasitas dermaga;
- jumlah tambatan;
- produktivitas peralatan;
- kapasitas gudang;
- kapasitas lapangan penumpukan;
- kemampuan jaringan transportasi darat;
- jumlah dan kompetensi tenaga kerja.

Dalam terminal multipurpose, perhitungan kapasitas menjadi lebih kompleks karena setiap jenis muatan memiliki karakteristik operasi yang berbeda. Sebagai contoh, kebutuhan kapasitas peti kemas dapat dihitung berdasarkan throughput, dwelling time, dan kapasitas penumpukan. Sementara itu, kebutuhan kapasitas general cargo lebih banyak dipengaruhi oleh volume barang, waktu penyimpanan, luas gudang, dan produktivitas peralatan.

Oleh karena itu, manajemen kapasitas harus dilakukan dengan pendekatan berbasis permintaan dan proyeksi pertumbuhan. Pengelola terminal harus mampu mengidentifikasi potensi bottleneck atau titik pembatas kapasitas dalam sistem.

6.10 Indikator Kinerja Terminal

Kinerja terminal dapat diukur melalui beberapa indikator utama.

A. Kinerja Pelayanan Kapal

Indikator yang dapat digunakan meliputi:

- turnaround time;
- berthing time;
- waktu bongkar muat;
- waiting time;
- waktu pelayanan kendaraan.

B. Produktivitas Bongkar Muat

Produktivitas dapat diukur melalui:

- ton per jam;
- TEUs per jam;
- moves per hour;
- ton per crane hour;
- jumlah muatan yang dilayani per tambatan.

C. Utilisasi Fasilitas

Utilisasi menunjukkan tingkat pemanfaatan fasilitas terminal, seperti:

- Berth Occupancy Ratio;
- Yard Occupancy Ratio;
- Storage Occupancy Ratio;
- utilisasi alat bongkar muat.

Pengukuran indikator tersebut penting untuk mengetahui apakah kapasitas terminal telah dimanfaatkan secara optimal atau masih terdapat sumber daya yang menganggur.

6.11 Pertimbangan Manajerial dalam Perencanaan Terminal

Perencanaan terminal cargo dan multipurpose harus mempertimbangkan beberapa aspek manajerial.

A. Aspek Investasi

Investasi harus disesuaikan dengan potensi permintaan. Pembangunan fasilitas yang terlalu besar dapat menyebabkan rendahnya tingkat utilisasi dan meningkatkan beban biaya.

B. Aspek Operasional

Fasilitas harus dirancang sesuai dengan sistem operasi yang akan diterapkan. Tata letak, jenis peralatan, dan metode penanganan muatan harus saling mendukung.

C. Aspek Fleksibilitas

Terminal multipurpose harus mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan jenis dan volume muatan.

D. Aspek Keselamatan

Keselamatan harus menjadi bagian integral dari desain dan pengelolaan terminal, khususnya dalam penanganan heavy cargo, muatan berbahaya, serta pergerakan alat berat.

E. Aspek Lingkungan

Perencanaan terminal harus memperhatikan dampak terhadap lingkungan, termasuk emisi kendaraan dan alat, kebisingan, limbah, serta potensi pencemaran.

F. Aspek Pengembangan Jangka Panjang

Terminal harus memiliki ruang dan strategi pengembangan untuk mengantisipasi pertumbuhan volume muatan, perubahan teknologi, dan perubahan pola perdagangan.

6.12 Rangkuman

Terminal kapal cargo merupakan fasilitas pelabuhan yang melayani berbagai jenis muatan general cargo atau break bulk dengan karakteristik yang beragam. Keragaman tersebut memerlukan fleksibilitas dalam perencanaan fasilitas, peralatan, metode bongkar muat, dan sistem penyimpanan.

Terminal multipurpose dirancang untuk melayani beberapa jenis kapal dan muatan dalam satu sistem terminal. Terminal ini sangat sesuai bagi wilayah yang memiliki arus muatan yang beragam tetapi volume setiap jenis muatan belum cukup besar untuk membangun terminal khusus.

Keberhasilan perencanaan terminal cargo dan multipurpose ditentukan oleh keterpaduan antara dermaga, apron, gudang, lapangan penumpukan, peralatan bongkar muat, tenaga kerja, sistem transportasi darat, dan tata letak terminal. Dalam perspektif manajemen, perencanaan harus mampu menyeimbangkan kapasitas, produktivitas, tingkat pelayanan, biaya investasi, fleksibilitas, keselamatan, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, terminal yang baik bukan hanya terminal yang memiliki fasilitas besar, tetapi terminal yang mampu memberikan pelayanan secara efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan pasar dan karakteristik muatan yang dilayani.

6.13 Tugas

Tugas 1 – Analisis Konsep

Jelaskan perbedaan karakteristik antara terminal kapal cargo dan terminal multipurpose ditinjau dari:

1. jenis muatan;
2. fasilitas;
3. peralatan;
4. sistem operasional; dan
5. fleksibilitas pelayanan.

Tugas 2 – Analisis Perencanaan

Sebuah pelabuhan regional memiliki volume muatan berupa general cargo, peti kemas, baja, dan hasil pertanian. Volume masing-masing muatan belum cukup besar untuk membangun terminal khusus.

Analisislah:

1. jenis terminal yang paling sesuai;
2. fasilitas utama yang perlu disediakan;
3. jenis peralatan yang diperlukan;
4. konsep tata letak yang dapat diterapkan; dan
5. potensi permasalahan operasional yang mungkin terjadi.

Tugas 3 – Studi Kasus Tata Letak

Sebuah terminal general cargo akan dikembangkan menjadi terminal multipurpose dengan pelayanan tambahan berupa peti kemas.

Buatlah rancangan konseptual yang mencakup:

- pembagian tambatan;
- lokasi apron;
- container yard;
- gudang;
- jalur kendaraan;
- gate masuk dan keluar;
- jenis peralatan bongkar muat.

Jelaskan alasan manajerial dari setiap keputusan perencanaan.

Tugas 4 – Analisis Kinerja

Pilih satu terminal cargo atau multipurpose yang beroperasi di Indonesia. Analisis:

1. jenis muatan yang dilayani;
2. fasilitas utama;
3. peralatan bongkar muat;
4. pola operasional;
5. kelebihan dan kelemahan tata letaknya; dan
6. rekomendasi peningkatan kinerja terminal.

Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa terminal multipurpose lebih fleksibel dibandingkan terminal khusus?
2. Apa risiko manajerial apabila terminal multipurpose melayani terlalu banyak jenis muatan?
3. Mengapa kapasitas dermaga harus direncanakan bersama dengan kapasitas penyimpanan?
4. Bagaimana pemilihan alat bongkar muat mempengaruhi produktivitas terminal?
5. Mengapa fleksibilitas menjadi aspek penting dalam perencanaan terminal multipurpose?

BAB VII

TERMINAL MUATAN CURAH CAIR

7.1 Pendahuluan

Terminal muatan curah cair merupakan salah satu fasilitas pelabuhan yang memiliki karakteristik operasional dan risiko yang berbeda dibandingkan terminal peti kemas, general cargo, maupun curah kering. Terminal ini melayani berbagai jenis muatan cair, seperti minyak mentah, bahan bakar minyak, produk kimia, minyak nabati, LPG, dan LNG. Karakteristik muatan tersebut menuntut adanya sistem perencanaan yang terintegrasi antara fasilitas dermaga, peralatan bongkar muat, jaringan perpipaan, tangki penyimpanan, fasilitas keselamatan, serta sistem distribusi menuju hinterland.

Dari perspektif manajemen perencanaan pelabuhan, terminal curah cair tidak hanya dipandang sebagai tempat perpindahan muatan dari kapal ke darat atau sebaliknya. Terminal merupakan suatu sistem operasional yang harus mampu mengintegrasikan kapasitas pelayanan, efisiensi aliran muatan, keselamatan kerja, pengendalian risiko, perlindungan lingkungan, dan keberlanjutan rantai pasok. Oleh karena itu, keputusan perencanaan harus mempertimbangkan hubungan antara karakteristik muatan, pola kedatangan kapal, kebutuhan penyimpanan, teknologi transfer muatan, serta tuntutan pelayanan pengguna jasa.

Perencanaan terminal curah cair juga memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi karena sebagian besar muatan yang dilayani termasuk dalam kategori bahan berbahaya, mudah terbakar, mudah meledak, beracun, atau berpotensi mencemari lingkungan. Dengan demikian, aspek keselamatan dan lingkungan harus ditempatkan sebagai bagian integral dari pengambilan keputusan manajerial, bukan sekadar sebagai persyaratan teknis tambahan.

7.2 Konsep dan Karakteristik Terminal Muatan Curah Cair

A. Pengertian Terminal Muatan Curah Cair

Terminal muatan curah cair adalah fasilitas pelabuhan yang dirancang untuk menerima, membongkar, menyimpan, memindahkan, dan mendistribusikan muatan cair dalam jumlah besar. Berbeda dengan muatan umum yang dikemas dalam unit tertentu, muatan curah cair biasanya dialirkan secara langsung melalui sistem perpipaan dan peralatan transfer khusus.

Sistem operasional terminal curah cair pada umumnya menghubungkan kapal dengan fasilitas penyimpanan melalui rangkaian *loading arm* atau *flexible hose*, *manifold*, pompa, jaringan pipa, tangki penyimpanan, serta fasilitas distribusi menuju *hinterland*. Dengan demikian, terminal berfungsi sebagai titik integrasi antara transportasi laut, fasilitas penyimpanan, industri pengolahan, dan jaringan distribusi darat.

Secara manajerial, terminal curah cair dapat dipahami sebagai sistem logistik berbasis aliran (*flow-based logistics system*). Efisiensi terminal tidak terutama ditentukan oleh kecepatan perpindahan unit seperti pada terminal peti kemas, tetapi oleh kemampuan terminal mengelola volume aliran, kapasitas transfer, kapasitas penyimpanan, waktu pelayanan kapal, dan kontinuitas pasokan.

B. Karakteristik Terminal Curah Cair

Karakteristik terminal curah cair dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu:

1. Jenis produk yang dilayani;
2. Sifat fisik dan kimia muatan;
3. Kapasitas dan jenis kapal;
4. Teknologi bongkar muat;
5. Kapasitas dan jenis tangki penyimpanan;
6. Sistem perpipaan dan transfer muatan;
7. Tingkat risiko keselamatan dan lingkungan;
8. Pola konsumsi dan distribusi muatan.

Karakteristik tersebut menyebabkan perencanaan terminal curah cair harus dilakukan secara spesifik. Satu sistem yang sesuai untuk minyak bumi belum tentu dapat digunakan untuk LNG atau bahan kimia tertentu. Perbedaan tekanan, temperatur, viskositas, sifat korosif, dan tingkat bahaya muatan akan menentukan pemilihan teknologi penyimpanan dan transfer.

Berbeda dengan terminal peti kemas yang relatif fleksibel dalam mengatur penempatan muatan, terminal curah cair memerlukan segregasi produk. Setiap jenis muatan dapat memerlukan tangki, jalur pipa, pompa, serta prosedur penanganan tersendiri. Oleh karena itu, keputusan perencanaan harus mempertimbangkan risiko kontaminasi, kompatibilitas material, serta kemungkinan reaksi kimia antarproduk.

C. Fungsi Terminal Muatan Curah Cair dalam Rantai Logistik

Terminal curah cair memiliki beberapa fungsi utama dalam sistem logistik, yaitu:

1. Fungsi Transfer Muatan

Fungsi utama terminal adalah memindahkan muatan cair antara kapal dan fasilitas darat. Proses ini dilakukan melalui loading arm, flexible hose, pompa, dan sistem perpipaan. Kecepatan transfer menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan kapasitas pelayanan terminal.

2. Fungsi Penyimpanan

Terminal menyediakan fasilitas penyimpanan sementara sebelum muatan didistribusikan ke industri, fasilitas pengolahan, atau konsumen akhir. Kapasitas penyimpanan harus mampu menjaga kontinuitas pasokan serta mengantisipasi variasi antara waktu kedatangan kapal dan tingkat konsumsi.

3. Fungsi Distribusi

Muatan yang telah disimpan dapat didistribusikan melalui truk tangki, kereta api, jaringan pipa, atau moda transportasi lainnya. Oleh karena itu, terminal harus terhubung dengan sistem transportasi hinterland yang memadai.

4. Fungsi Buffer dalam Rantai Pasok

Tangki penyimpanan berfungsi sebagai buffer antara pasokan dari kapal dan kebutuhan konsumsi di darat. Fungsi ini sangat penting ketika terjadi keterlambatan kapal, gangguan cuaca, gangguan produksi, atau perubahan permintaan.

5. Fungsi Pengendalian Risiko

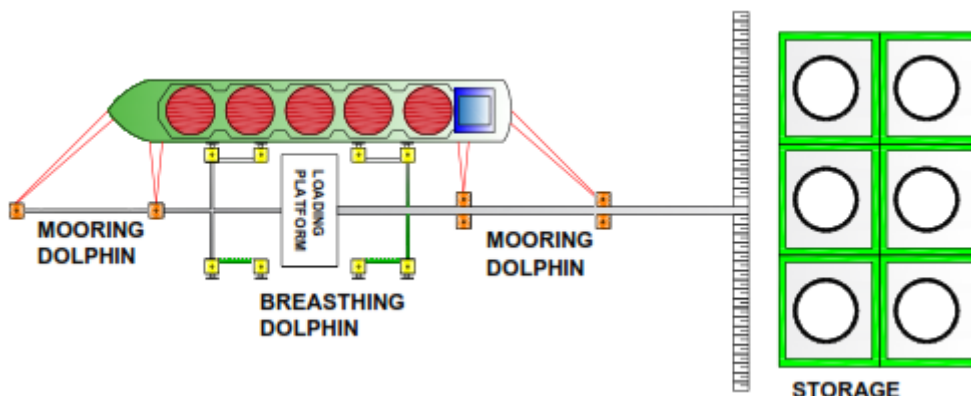
Karena sebagian besar muatan curah cair memiliki tingkat bahaya tertentu, terminal juga berfungsi sebagai sistem pengendalian risiko melalui fasilitas pemadam kebakaran, pengendalian tumpahan, bund wall, sistem pemantauan, dan prosedur tanggap darurat.

7.3 Kategori Terminal Muatan Curah Cair

Berdasarkan Bentuk, Terminal Cair dibagi menjadi;

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

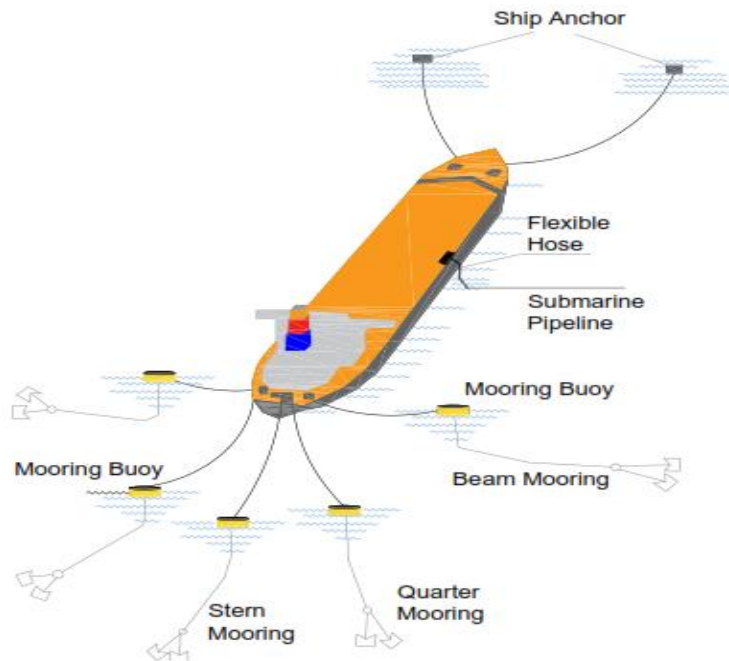


Gambar 7.1 Jetty Konvensional

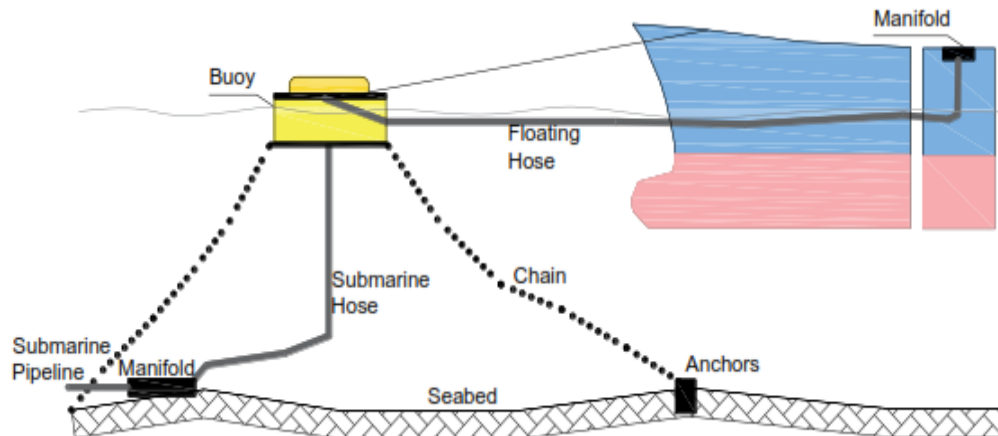
B. Offshore Mooring

Metode *offshore mooring* digunakan untuk kapal pengangkut curah cair yang melakukan kegiatan tambat dan bongkar muat tanpa bersandar langsung pada dermaga. Sistem ini umumnya menggunakan *Single Buoy Mooring* (SBM) atau *Single Point*

Mooring (SPM) serta *Multi Buoy Mooring* (MBM). SPM menggunakan satu buoy tambat yang terhubung dengan jaringan pipa bawah laut untuk menyalurkan muatan cair dan umumnya diterapkan pada perairan yang relatif dalam. Sementara itu, MBM menggunakan 3–6 buoy dengan konfigurasi tertentu dan lebih sesuai untuk perairan yang lebih dangkal.



Gambar 7.2 *Multy Buoy Mooring*

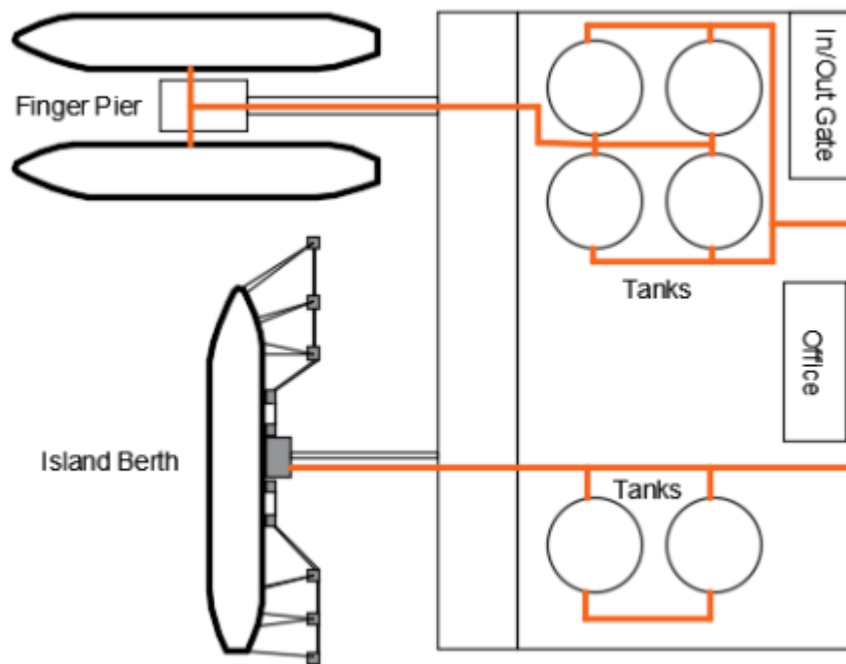


Gambar 7.3 *Single Point Mooring*

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 7.4. 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 7.4 Tipikal Tata letak Terminal Curah Cair

Berdasarkan perannya dalam rantai pasok, terminal curah cair dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

A. Strategic Terminal

Strategic terminal dibangun untuk menjamin ketersediaan komoditas penting bagi kebutuhan suatu wilayah atau negara. Terminal ini umumnya memiliki fungsi strategis dalam menjaga ketahanan energi dan kontinuitas pasokan.

B. Industrial Terminal

Industrial terminal berfungsi menerima bahan baku cair, seperti minyak mentah atau bahan kimia, untuk selanjutnya digunakan dalam proses industri dan pengolahan.

C. Import Terminal

Import terminal berfungsi menerima dan menyimpan muatan curah cair yang berasal dari luar negeri. Perencanaan kapasitas terminal harus diselaraskan dengan pola konsumsi agar kapasitas tangki tidak berlebihan maupun mengalami kekurangan.

D. Export Terminal

Export terminal berfungsi mengumpulkan dan mengirimkan muatan curah cair dalam jumlah besar menuju pasar atau wilayah tujuan.

E. Make-Bulk Terminal

Make-bulk terminal mengumpulkan muatan dari kapal-kapal kecil untuk kemudian dikonsolidasikan dan dipindahkan ke kapal berukuran lebih besar. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi distribusi untuk pengiriman jarak jauh.

F. Break-Bulk Terminal

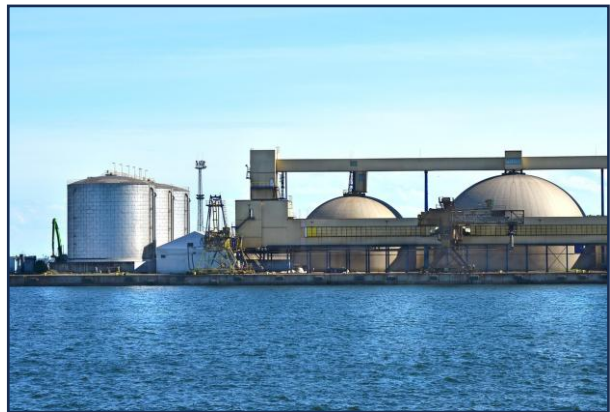
Break-bulk terminal memiliki fungsi sebaliknya, yaitu menerima muatan dari kapal besar dan mendistribusikannya ke kapal-kapal yang lebih kecil untuk dikirim ke berbagai tujuan.

Klasifikasi ini menunjukkan bahwa perencanaan terminal curah cair harus disesuaikan dengan posisi terminal dalam rantai pasok, bukan hanya berdasarkan jenis muatan yang ditangani.

7.4 Fasilitas Utama Terminal Muatan Curah Cair

A. Tangki Penyimpanan

Tangki merupakan fasilitas utama untuk menyimpan muatan curah cair. Satu tangki umumnya digunakan untuk satu jenis produk tertentu guna mencegah kontaminasi. Apabila tangki akan digunakan untuk produk berbeda, diperlukan proses pembersihan dan pemeriksaan terlebih dahulu.



Jenis tangki ditentukan oleh karakteristik produk. Produk kimia dapat memerlukan pengendalian temperatur dan material konstruksi khusus. Sementara itu, LNG memerlukan tangki dengan sistem isolasi dan kemampuan mempertahankan temperatur yang sangat rendah.

Dari perspektif manajemen kapasitas, jumlah dan ukuran tangki harus mempertimbangkan:

- volume muatan tahunan;
- tingkat konsumsi;
- jadwal kedatangan kapal;
- lama penyimpanan;
- kebutuhan safety stock;
- kapasitas kapal terbesar;
- tingkat okupansi tangki.

Dengan demikian, kapasitas tangki harus dirancang untuk menjaga keseimbangan antara jaminan pasokan dan efisiensi investasi.

B. Jetty dan Fasilitas Tambat

Jetty merupakan fasilitas utama tempat kapal melakukan kegiatan sandar dan transfer muatan. Jetty terminal curah cair umumnya terdiri atas:

- approach bridge;
- loading platform;
- berthing dolphin;
- mooring dolphin;
- loading arm atau flexible hose;
- fasilitas keselamatan dan pemadam kebakaran.



Berthing dolphin berfungsi menerima dan meredam energi kapal ketika proses sandar, sedangkan mooring dolphin digunakan sebagai titik pengikatan tali tambat kapal. Konfigurasi fasilitas tersebut harus disesuaikan dengan ukuran dan karakteristik kapal yang dilayani.

C. Single Point Mooring dan Multi Buoy Mooring

Untuk terminal yang melayani kapal berukuran besar atau berada pada wilayah dengan kedalaman perairan terbatas, fasilitas lepas pantai dapat digunakan. *Single Point Mooring* (SPM) memungkinkan kapal bertambat pada satu titik dan melakukan transfer muatan melalui sistem hose serta jaringan pipa bawah laut.

Sementara itu, *Multi Buoy Mooring* (MBM) menggunakan beberapa buoy untuk mempertahankan posisi kapal selama proses transfer muatan. Penggunaan fasilitas lepas pantai dapat menjadi alternatif manajerial ketika pembangunan jetty konvensional memerlukan investasi besar atau pengerukan yang sangat mahal.

D. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan merupakan jaringan utama yang menghubungkan kapal, fasilitas transfer, tangki penyimpanan, dan fasilitas distribusi. Perencanaan pipa harus mempertimbangkan:

- jenis dan karakteristik muatan;
- kapasitas aliran;
- tekanan operasi;
- temperatur;
- kompatibilitas material;
- kebutuhan segregasi produk;
- risiko kebocoran;
- kebutuhan inspeksi dan pemeliharaan.



Untuk produk kimia tertentu, diperlukan jaringan pipa khusus untuk mencegah reaksi antarproduk.

Sementara itu, pipa untuk LPG dan LNG harus dirancang dengan kemampuan menahan tekanan dan temperatur tertentu.

E. Loading Arm dan Flexible Hose

Loading arm dan *flexible hose* berfungsi menghubungkan *manifold* kapal dengan sistem perpipaan terminal. *Marine Loading Arm* (MLA) memiliki konstruksi lebih kaku dan dapat menjangkau manifold kapal tanpa bantuan crane. Sementara itu, *flexible hose* memiliki fleksibilitas lebih tinggi dan banyak digunakan pada sistem transfer lepas pantai.



Pemilihan peralatan harus mempertimbangkan:

- jenis kapal;
- posisi manifold;
- jenis muatan;
- kapasitas transfer;
- kondisi gelombang;
- tingkat fleksibilitas yang dibutuhkan.



F. Pompa dan Booster Pump

Pompa digunakan untuk memindahkan muatan dari kapal menuju tangki atau sebaliknya. Pada sistem dengan jarak transfer yang panjang atau kehilangan tekanan yang besar, booster pump dapat digunakan untuk mempertahankan tekanan aliran. Kapasitas pompa menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan produktivitas tambatan dan waktu pelayanan kapal. Oleh karena itu, keputusan pemilihan pompa harus memperhatikan keseimbangan antara kapasitas teknis, kebutuhan operasional, konsumsi energi, dan biaya pemeliharaan.

G. Loading Station

Loading station merupakan fasilitas penghubung antara terminal dan transportasi darat. Fasilitas ini digunakan untuk memindahkan muatan dari tangki penyimpanan menuju:

- truk tangki;
- kereta tangki;
- jaringan pipa;

- fasilitas industri atau distribusi lainnya.

Kapasitas loading station harus disesuaikan dengan pola permintaan hinterland agar tidak menimbulkan antrean kendaraan dan hambatan pada aliran distribusi.

7.5 Fasilitas Keselamatan dan Lingkungan

Karena risiko terminal curah cair cukup tinggi, fasilitas keselamatan dan lingkungan merupakan bagian penting dari perencanaan. Fasilitas tersebut meliputi:

- A. Wastewater Treatment, digunakan untuk mengolah limbah cair sebelum dibuang atau digunakan kembali.
- B. Sistem Pemadam Kebakaran, berfungsi menangani potensi kebakaran dan harus dirancang sesuai dengan jenis dan tingkat bahaya muatan.
- C. Pigging Station, Digunakan untuk membersihkan dan memelihara jaringan perpipaan.
- D. Bund Wall, merupakan struktur pengaman yang mengelilingi tangki penyimpanan untuk menahan tumpahan apabila terjadi kebocoran. Dalam perencanaan, kapasitas penampungan harus mempertimbangkan kapasitas tangki terbesar dan karakteristik bahaya muatan.

Secara manajerial, fasilitas keselamatan tersebut harus dipandang sebagai investasi pengendalian risiko. Biaya pembangunan fasilitas keselamatan pada tahap awal dapat meningkatkan investasi, tetapi berpotensi mengurangi kerugian yang jauh lebih besar akibat kecelakaan, kebakaran, pencemaran, atau penghentian operasi.

7.6 Manajemen Operasional Terminal Curah Cair

Operasional terminal curah cair memerlukan koordinasi yang ketat antara:

- operator terminal;
- kapal;
- pandu dan kapal tunda;
- otoritas pelabuhan;
- syahbandar;
- perusahaan pemilik muatan;
- operator transportasi darat.

Sebelum proses bongkar muat dilakukan, informasi mengenai jenis dan jumlah muatan harus tersedia. Kapasitas tangki dan kesiapan jalur pipa harus dipastikan terlebih dahulu.

Selama proses transfer, beberapa aspek penting yang harus dikendalikan meliputi:

1. tekanan pompa;
2. tekanan pada jaringan pipa;
3. kondisi tali tambat;
4. kondisi hose atau loading arm;
5. tingkat pengisian tangki;
6. kondisi cuaca;
7. sistem komunikasi kapal dan terminal;
8. potensi kebocoran atau tumpahan.

Pengendalian operasional yang baik harus didukung oleh prosedur kerja standar, sistem komunikasi yang efektif, pelatihan tenaga kerja, dan kesiapan tanggap darurat.

7.7 Perencanaan Kapasitas Terminal Curah Cair

Perencanaan kapasitas harus mempertimbangkan keseimbangan antara:

Kapasitas kapal → Kapasitas transfer → Kapasitas tangki → Kapasitas distribusi

Jika salah satu komponen memiliki kapasitas lebih rendah, maka komponen tersebut menjadi bottleneck dalam sistem terminal. Kebutuhan jumlah tambatan dapat ditentukan berdasarkan perbandingan antara kebutuhan muatan tahunan dan kapasitas pelayanan satu tambatan: $n = C / C_b$,

Keterangan:

- (n) = jumlah tambatan;
- (C) = kebutuhan muatan tahunan;
- (C_b) = kapasitas pelayanan satu tambatan per tahun.

Kapasitas tambatan dipengaruhi oleh:

- produktivitas pompa;
- jumlah pompa;
- jumlah hari operasional;
- waktu pelayanan kapal;
- tingkat okupansi tambatan.

Dalam perencanaan, selain kapasitas teknis, perlu diperhatikan pula service time dan tingkat utilisasi tambatan agar peningkatan kapasitas tidak menyebabkan antrean kapal.

7.8 Perencanaan Kapasitas Penyimpanan

Kapasitas penyimpanan merupakan salah satu keputusan strategis dalam perencanaan terminal curah cair. Kebutuhan kapasitas dipengaruhi oleh:

- volume muatan tahunan;

- pola kedatangan kapal;
- tingkat konsumsi;
- kebutuhan safety stock;
- dwelling time;
- ukuran kapal terbesar;
- kapasitas tangki;
- tingkat okupansi tangki.

Secara umum, kebutuhan jumlah tangki dapat dihitung dengan: $n = V_{st} / V_{tnk}$

Keterangan:

- (n) = jumlah tangki;
- (V_{st}) = kebutuhan volume penyimpanan;
- (V_{tnk}) = kapasitas satu tangki.

Perencanaan penyimpanan harus menghasilkan keseimbangan antara jaminan ketersediaan muatan dan efisiensi investasi. Kapasitas yang terlalu kecil dapat menimbulkan gangguan pasokan, sedangkan kapasitas yang terlalu besar dapat menyebabkan investasi tidak produktif.

7.9 Perencanaan Dermaga dan Keselamatan Kapal

Pemilihan lokasi dan desain dermaga harus mempertimbangkan:

- kedalaman perairan;
- tinggi gelombang;
- kecepatan arus;
- kecepatan angin;
- ukuran kapal;
- posisi manifold;
- jarak antar kapal;
- kebutuhan pandu dan kapal tunda.

Karena sebagian besar terminal curah cair menangani muatan berbahaya, terminal minyak dan gas umumnya perlu dipisahkan dari fasilitas pelabuhan umum untuk mengurangi potensi risiko. Perencanaan jetty juga harus memperhatikan posisi berthing dolphin dan mooring dolphin agar kapal dapat bertambat secara aman. Konfigurasi tali tambat harus dianalisis berdasarkan ukuran kapal, kekuatan tali, sudut tarikan, serta kondisi lingkungan perairan.

7.10 Manajemen Risiko dan Keselamatan

Dalam terminal curah cair, keselamatan merupakan bagian utama dari sistem manajemen. Risiko yang harus dikendalikan antara lain:

- kebakaran;
- ledakan;
- kebocoran;
- tumpahan minyak;
- pencemaran laut;
- paparan bahan beracun;
- kegagalan sistem perpipaan;
- kegagalan peralatan transfer;
- kecelakaan kapal.

Pengelolaan risiko harus dilakukan melalui pendekatan:

1. identifikasi bahaya;
2. analisis risiko;
3. penentuan tindakan pengendalian;
4. pemantauan dan evaluasi;
5. perbaikan berkelanjutan.

Dalam operasional terminal, standar internasional seperti MARPOL 73/78, IBC Code, IMDG Code, dan ISGOTT menjadi rujukan penting dalam pengelolaan muatan berbahaya dan keselamatan operasi.

7.11 Manajemen Kinerja Terminal Curah Cair

Kinerja terminal curah cair dapat dievaluasi melalui beberapa indikator utama, antara lain:

- A. Ship Service Time, Mengukur lama waktu kapal berada di terminal sejak proses kedatangan hingga keberangkatan.
- B. Pumping Rate, Mengukur volume atau berat muatan yang dapat dipindahkan dalam satu satuan waktu.
- C. Berth Occupancy Ratio, Mengukur tingkat pemanfaatan tambatan.
- D. Tank Utilization, Mengukur tingkat pemanfaatan kapasitas tangki penyimpanan.
- E. Produktivitas Loading Station, Mengukur jumlah muatan yang dapat didistribusikan ke moda transportasi darat dalam satu periode.
- F. Safety Performance,
 - jumlah kecelakaan;
 - jumlah tumpahan;
 - jumlah kebocoran;
 - waktu tanggap darurat;

- kepatuhan terhadap prosedur keselamatan.

Pendekatan manajemen modern menempatkan kinerja terminal bukan hanya berdasarkan jumlah muatan yang dilayani, tetapi juga berdasarkan efisiensi, keselamatan, keandalan, keberlanjutan, dan kualitas pelayanan.

7.12 Rangkuman

Terminal muatan curah cair merupakan fasilitas pelabuhan yang berfungsi menerima, memindahkan, menyimpan, dan mendistribusikan muatan cair dalam jumlah besar. Karakteristik terminal sangat dipengaruhi oleh jenis muatan, sifat fisik dan kimia produk, ukuran kapal, teknologi bongkar muat, kapasitas tangki, serta tingkat risiko keselamatan dan lingkungan.

Fasilitas utama terminal curah cair meliputi tangki penyimpanan, jetty, loading platform, berthing dolphin, mooring dolphin, loading arm, flexible hose, pompa, jaringan perpipaan, loading station, serta fasilitas keselamatan dan lingkungan. Dari perspektif manajemen perencanaan, terminal curah cair harus dirancang sebagai suatu sistem yang terintegrasi. Kapasitas kapal, kapasitas transfer, kapasitas penyimpanan, dan kapasitas distribusi harus direncanakan secara seimbang agar tidak terjadi bottleneck dalam rantai logistik.

Aspek keselamatan dan lingkungan merupakan bagian integral dari pengelolaan terminal. Pengendalian risiko kebakaran, ledakan, kebocoran, tumpahan, dan pencemaran harus menjadi bagian dari desain fasilitas dan prosedur operasional. Keberhasilan terminal curah cair tidak hanya diukur dari jumlah muatan yang dapat dilayani, tetapi juga dari kemampuan terminal dalam menyediakan layanan yang aman, efisien, andal, ekonomis, dan berkelanjutan.

7.14 Tugas

Tugas Individu

1. Analisis Konseptual

Jelaskan perbedaan karakteristik perencanaan antara terminal curah cair dan terminal peti kemas ditinjau dari:

- a. sistem bongkar muat;
- b. sistem penyimpanan;
- c. fleksibilitas operasional;
- d. keselamatan; dan
- e. risiko lingkungan.

2. Analisis Fasilitas

Pilih salah satu jenis terminal berikut:

- Terminal BBM;
- Terminal LNG;
- Terminal LPG;
- Terminal minyak nabati;
- Terminal bahan kimia.

Identifikasi fasilitas utama yang dibutuhkan dan jelaskan fungsi masing-masing fasilitas.

3. Studi Perencanaan Kapasitas

Sebuah terminal direncanakan melayani muatan curah cair sebesar 3 juta ton per tahun. Buatlah analisis awal mengenai:

- kebutuhan kapasitas tambatan;
- kebutuhan kapasitas pompa;
- kebutuhan tangki penyimpanan;
- kebutuhan fasilitas distribusi darat.

Gunakan asumsi yang logis dan jelaskan dasar pengambilan asumsi tersebut.

4. Analisis Manajemen Risiko

Identifikasi minimal lima risiko utama dalam operasional terminal curah cair. Untuk setiap risiko, jelaskan:

5. Tugas Kelompok: Studi Kasus Perencanaan Terminal

Buatlah konsep awal perencanaan sebuah terminal curah cair dengan ketentuan:

- jenis muatan ditentukan oleh kelompok;
- lokasi terminal ditentukan berdasarkan asumsi;
- tentukan jenis kapal yang dilayani;
- tentukan fasilitas utama;
- buat diagram alur proses muatan;
- buat konsep tata letak sederhana;
- tentukan strategi keselamatan dan lingkungan.

Output: laporan 10–15 halaman dan presentasi kelompok.

Pertanyaan utama yang harus dijawab:

Bagaimana merancang terminal curah cair yang mampu memenuhi kebutuhan kapasitas dan kelancaran rantai pasok, namun tetap aman, efisien, ekonomis, dan berkelanjutan?

BAB VIII

TERMINAL CURAH KERING

8.1 Pendahuluan

Terminal curah kering merupakan fasilitas pelabuhan yang dirancang untuk menangani muatan dalam jumlah besar yang tidak dikemas secara individual, seperti batu bara, bijih besi, semen, pupuk, biji-bijian, mineral, dan berbagai komoditas curah lainnya. Berbeda dengan terminal peti kemas atau general cargo, kegiatan operasional terminal curah kering sangat bergantung pada kesinambungan aliran material dari kapal menuju fasilitas penyimpanan atau moda transportasi darat, maupun sebaliknya.

Dari perspektif manajemen perencanaan pelabuhan, terminal curah kering harus dipandang sebagai suatu sistem operasi yang terintegrasi. Kinerja terminal tidak hanya ditentukan oleh kapasitas dermaga, tetapi juga oleh kesesuaian antara peralatan bongkar muat, sistem transfer material, fasilitas penyimpanan, jaringan transportasi darat, sumber daya manusia, serta sistem pengendalian keselamatan dan lingkungan.

Perencanaan terminal harus mampu menjawab beberapa pertanyaan manajerial utama, yaitu:

1. Berapa besar arus muatan yang akan dilayani?
2. Berapa kapasitas dermaga dan jumlah tambatan yang diperlukan?
3. Teknologi bongkar muat apa yang paling sesuai?
4. Berapa besar kapasitas penyimpanan yang harus disediakan?
5. Bagaimana material dipindahkan secara efisien dari kapal ke tempat penyimpanan?
6. Bagaimana risiko debu, tumpahan, kebakaran, dan pencemaran dapat dikendalikan?

Dengan demikian, perencanaan terminal curah kering tidak semata-mata merupakan persoalan pembangunan fasilitas fisik, tetapi juga merupakan proses pengambilan keputusan strategis untuk mencapai keseimbangan antara kapasitas, produktivitas, biaya, keselamatan, fleksibilitas, dan keberlanjutan lingkungan.

8.2 Karakteristik Muatan Curah Kering

Muatan curah kering memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga memerlukan pendekatan penanganan dan penyimpanan yang spesifik. Perbedaan karakteristik tersebut meliputi ukuran butiran, massa jenis, kadar air, tingkat kelembapan, sifat abrasif, potensi menghasilkan debu, serta sensitivitas terhadap kondisi cuaca.

Beberapa jenis muatan curah kering yang umum ditangani di pelabuhan antara lain:

- batu bara;
- bijih besi;
- pasir dan mineral;

- semen;
- pupuk;
- biji-bijian;
- bahan pangan curah;
- bahan baku industri.

Karakteristik muatan tersebut berpengaruh langsung terhadap pemilihan sistem operasi terminal. Muatan seperti batu bara dan bijih besi umumnya dapat disimpan pada stockpile terbuka, sedangkan semen dan biji-bijian memerlukan sistem penyimpanan yang terlindung dari kelembapan. Oleh karena itu, keputusan perencanaan harus mempertimbangkan hubungan antara sifat muatan, metode penanganan, kapasitas penyimpanan, dan tingkat perlindungan yang diperlukan.

Dari perspektif manajemen risiko, karakteristik muatan juga menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan pengendalian lingkungan dan keselamatan. Muatan yang menghasilkan debu memerlukan sistem pengendalian partikulat, sedangkan material yang mudah terbakar memerlukan sistem pencegahan dan penanggulangan kebakaran.

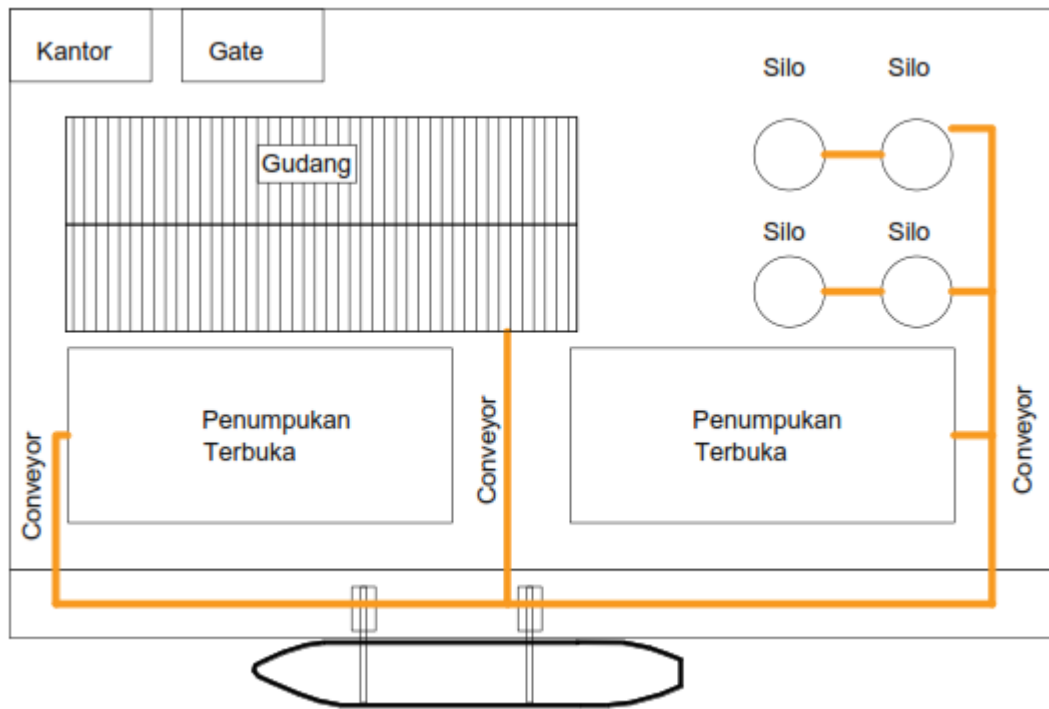
8.3 Sistem Operasional Terminal Curah Kering

Sistem operasional terminal curah kering pada dasarnya terdiri atas beberapa tahapan yang saling berhubungan, yaitu:

Kapal → Peralatan Bongkar Muat → Sistem Transfer → Tempat Penyimpanan → Moda Transportasi Darat

Alur tersebut dapat berlangsung dalam arah sebaliknya pada terminal ekspor. Keberhasilan operasi terminal sangat bergantung pada kesinambungan setiap tahapan. Jika salah satu komponen memiliki kapasitas yang lebih rendah dibandingkan komponen lainnya, maka komponen tersebut akan menjadi bottleneck atau titik pembatas kapasitas terminal.

Sebagai contoh, kapasitas alat bongkar muat yang tinggi tidak akan menghasilkan produktivitas terminal yang optimal apabila kapasitas conveyor atau tempat penyimpanan tidak mencukupi. Demikian pula, kapasitas penyimpanan yang besar tidak akan memberikan manfaat apabila proses pemindahan material dari kapal berlangsung lambat. Oleh karena itu, pendekatan manajemen terminal harus berorientasi pada keseimbangan kapasitas antar-sub sistem.



Gambar 8.1 Tipikal Tata Letak Terminal Curah Kering

8.4 Fasilitas dan Peralatan Terminal Curah Kering

A. 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. Sedangkan dermaga dengan alat bongkar muat menggunakan linear dan radial loader dapat menggunakan dermaga dengan sistem dolphin

B. Peralatan Bongkar Muat Kapal

Peralatan bongkar muat merupakan komponen utama dalam menentukan produktivitas terminal. Pemilihan peralatan harus mempertimbangkan jenis muatan, kapasitas kapal, target throughput, karakteristik material, kebutuhan kecepatan pelayanan, investasi, dan biaya operasional. Beberapa peralatan yang umum digunakan antara lain:

1. 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.

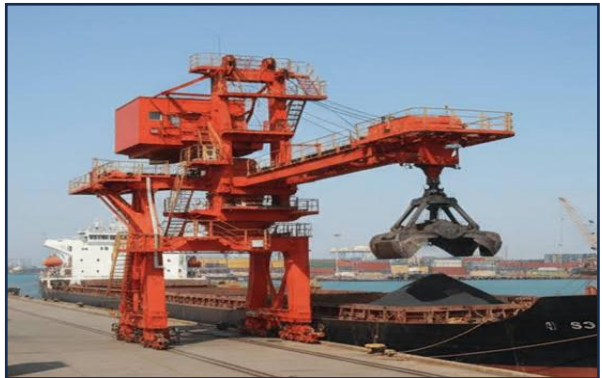
2. Linear Ship Loader

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.



3. 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



4. Grab Crane

Grab crane menggunakan alat berbentuk bucket atau grab untuk mengambil material curah dari palka kapal dan memindahkannya ke hopper. Material selanjutnya diteruskan menuju sistem conveyor atau alat transportasi lainnya.



Peralatan ini memiliki fleksibilitas yang tinggi dan dapat digunakan untuk berbagai jenis muatan curah kering. Namun, produktivitasnya sangat dipengaruhi oleh kapasitas grab, waktu siklus, kondisi muatan, dan kemampuan operator.

5. Pneumatic Vacuum System

Pneumatic vacuum system menggunakan prinsip tekanan udara untuk menghisap material curah dari kapal dan mengalirkannya melalui sistem pipa menuju tempat penampungan. Sistem ini sesuai untuk material berbutir halus dan membutuhkan



pengendalian debu yang lebih baik. Keunggulannya adalah proses penanganan material dapat berlangsung lebih tertutup, sehingga risiko penyebaran debu ke lingkungan dapat dikurangi.

6. Bucket Elevator

Bucket elevator menggunakan rangkaian bucket yang bergerak secara kontinu untuk mengambil material curah dan memindahkannya menuju conveyor atau fasilitas penyimpanan. Peralatan ini dapat digunakan untuk kegiatan bongkar muat dengan produktivitas tinggi dan sesuai untuk jenis material tertentu.



7. Vertical Conveyor

Vertical conveyor digunakan untuk memindahkan material secara vertikal. Jenisnya dapat berupa chain conveyor, vertical screw conveyor, maupun spiral conveyor. Pemilihan jenis conveyor bergantung pada ukuran dan karakteristik material yang ditangani.



Dalam perspektif manajemen, pemilihan alat bongkar muat harus dilakukan berdasarkan analisis total life-cycle cost, bukan hanya berdasarkan harga investasi awal. Peralatan dengan investasi awal yang lebih tinggi dapat memberikan manfaat yang lebih besar apabila memiliki produktivitas tinggi, konsumsi energi rendah, keandalan tinggi, dan biaya pemeliharaan rendah.

8.5 Sistem Transfer Material

Setelah material dibongkar dari kapal, muatan harus dipindahkan menuju fasilitas penyimpanan atau moda transportasi berikutnya. Sistem transfer material merupakan penghubung antara dermaga dan area penyimpanan. Peralatan yang dapat digunakan meliputi:

- belt conveyor;
- pipa atau sistem pneumatic;
- truk;
- kereta api;
- bulldozer;
- sistem transportasi khusus lainnya.

Belt Conveyor

Belt conveyor merupakan salah satu sistem transfer yang paling umum digunakan pada terminal curah kering. Sistem ini dapat beroperasi secara kontinu dan sesuai untuk pemindahan material dalam jumlah besar. Keunggulan utama conveyor adalah:

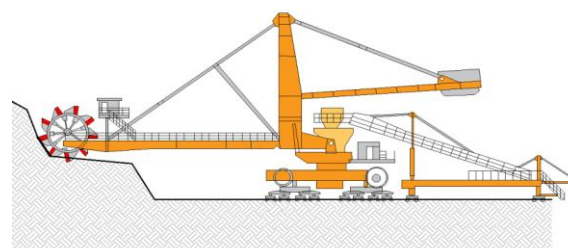
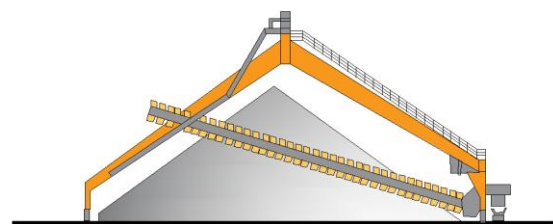
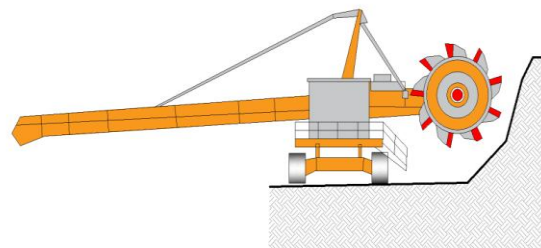
- kapasitas angkut tinggi;
- aliran material kontinu;
- kebutuhan tenaga kerja relatif rendah;
- dapat diintegrasikan dengan sistem otomatisasi;
- sesuai untuk jarak pemindahan yang relatif panjang.

Untuk material yang mudah menghasilkan debu, dapat digunakan covered conveyor atau conveyor tertutup guna mengurangi penyebaran debu ke lingkungan. Pemilihan antara conveyor, truk, atau kereta api harus mempertimbangkan jarak pemindahan, volume muatan, kontinuitas operasi, biaya investasi, biaya energi, serta fleksibilitas sistem.

8.6 Sistem Penanganan Muatan di Area Penyimpanan

Material yang telah dipindahkan dari dermaga perlu ditata dan dikelola di tempat penyimpanan. Peralatan utama yang digunakan meliputi:

- A. Stacker, berfungsi menempatkan material pada area stockpile secara teratur. Peralatan ini umumnya dilengkapi dengan conveyor dan dapat bergerak sepanjang jalur tertentu.
- B. Reclaimer, digunakan untuk mengambil material dari stockpile dan mengirimkannya menuju fasilitas lain. Peralatan ini dapat menggunakan bucket wheel atau sistem mekanis lainnya.
- C. Stacker-Reclaimer, menggabungkan fungsi penumpukan dan pengambilan material dalam satu sistem. Penggunaan peralatan ini dapat meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi operasi, khususnya pada terminal dengan throughput tinggi.
- D. Bulldozer dan Scraper Reclaimer, Peralatan ini digunakan untuk membantu proses penataan, pengumpulan, dan pengambilan material dari area penyimpanan.



Dari perspektif manajemen operasi, pemilihan sistem penanganan material harus memperhatikan keseimbangan antara tingkat otomatisasi, biaya investasi, kebutuhan tenaga kerja, fleksibilitas, dan tingkat pemanfaatan peralatan.

8.7 Fasilitas Penyimpanan Muatan Curah Kering

Secara umum, fasilitas penyimpanan muatan curah kering dapat dibagi menjadi tiga jenis utama.

A. Open Storage atau Stockpile

Open storage digunakan untuk material yang relatif tahan terhadap cuaca dan tidak menimbulkan risiko lingkungan yang signifikan. Contoh material yang umum disimpan dalam stockpile adalah:

- batu bara;
- mineral;
- bijih;
- bahan tambang tertentu.

Perencanaan stockpile harus memperhatikan:

- luas lahan;
- tinggi tumpukan;
- angle of repose;
- daya dukung tanah;
- akses peralatan;
- sistem drainase;
- pengendalian debu.



Untuk material yang menghasilkan debu, dapat digunakan jaring penghalang angin dan sistem penyiraman otomatis.

B. Covered Storage

Covered storage digunakan untuk material yang sensitif terhadap cuaca atau berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan. Fasilitas ini dapat berbentuk gudang tertutup dengan sistem conveyor untuk pengisian dan reclaimer untuk pengeluaran material. Penyimpanan tertutup memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap hujan, angin, dan penyebaran debu. Namun, biaya investasi dan pemeliharaannya lebih tinggi dibandingkan stockpile terbuka.

C. Silo

Silo merupakan fasilitas penyimpanan berbentuk silinder yang umumnya digunakan untuk material berbutir kecil atau halus, seperti:

- semen;
- biji-bijian;
- bahan pangan curah;
- material industri tertentu.

Keunggulan silo antara lain:

- kebutuhan lahan relatif kecil;
- perlindungan material tinggi;
- pengeluaran material dapat memanfaatkan gaya gravitasi;
- pengendalian material lebih mudah.

Namun, silo memiliki investasi pembangunan yang tinggi dan umumnya memiliki fleksibilitas yang lebih rendah karena hanya sesuai untuk jenis muatan tertentu.

8.8 Perencanaan Kapasitas Terminal Curah Kering

Perencanaan kapasitas terminal merupakan proses penting dalam menentukan kebutuhan fasilitas dan investasi. Kapasitas terminal harus ditentukan berdasarkan:

- proyeksi throughput;
- karakteristik kapal;
- jumlah kunjungan kapal;
- produktivitas alat bongkar muat;
- jam operasi;
- hari operasi;
- target BOR;
- kapasitas penyimpanan;
- sistem transportasi darat.

Kapasitas terminal harus direncanakan secara terintegrasi agar tidak terjadi ketidakseimbangan antara fasilitas dermaga, peralatan, sistem transfer, dan tempat penyimpanan. Dalam perencanaan dermaga, kebutuhan jumlah tambatan dipengaruhi oleh hubungan antara throughput tahunan, produktivitas alat bongkar muat, jumlah alat, waktu operasi, dan target tingkat okupansi dermaga.

Secara konseptual:

$$\text{Kebutuhan Kapasitas Terminal} = \text{Arus Muatan} \div \text{Produktivitas Sistem}$$

Namun, dalam praktiknya, perhitungan harus mempertimbangkan faktor utilisasi dan keterbatasan operasional.

8.9 Perencanaan Area Penyimpanan

Kebutuhan fasilitas penyimpanan ditentukan oleh:

- volume muatan tahunan;
- dwelling time;
- massa jenis material;
- tinggi tumpukan;
- kapasitas penyimpanan;
- target tingkat okupansi;
- kebutuhan ruang operasi peralatan.

Dalam perencanaan manajemen kapasitas, luas penyimpanan tidak hanya ditentukan berdasarkan volume material, tetapi juga harus menyediakan ruang untuk:

- pergerakan alat;
- conveyor;
- akses pemeliharaan;
- sistem drainase;
- jalur keselamatan;
- zona pemisahan material.

Perencanaan kapasitas penyimpanan yang terlalu kecil dapat menimbulkan penumpukan dan menghambat kegiatan bongkar muat. Sebaliknya, kapasitas yang terlalu besar dapat meningkatkan biaya investasi dan menghasilkan aset yang tidak produktif. Dengan demikian, tujuan utama perencanaan adalah memperoleh kapasitas penyimpanan optimal, bukan sekadar kapasitas maksimum.

8.10 Tata Letak Terminal Curah Kering

Tata letak terminal harus dirancang berdasarkan urutan aliran material:

Dermaga → Peralatan Bongkar Muat → Conveyor/Transfer System → Tempat
Penyimpanan → Moda Transportasi Darat

Tata letak yang baik harus mampu:

1. meminimalkan jarak perpindahan material;
2. mengurangi waktu tunggu;
3. menghindari konflik antarperalatan;
4. memperlancar akses kendaraan;
5. meningkatkan keselamatan;
6. memudahkan pemeliharaan fasilitas;
7. memungkinkan pengembangan terminal pada masa mendatang.

Dalam praktiknya, tata letak terminal sangat dipengaruhi oleh kondisi lahan, bentuk garis pantai, lokasi dermaga, jenis sistem transfer, dan tipe tempat penyimpanan. Contoh konfigurasi dapat mengintegrasikan dermaga, conveyor, silo, stockpile, dan covered storage dalam satu sistem aliran material. Dari perspektif manajemen, tata letak harus dinilai

berdasarkan kemampuan sistem untuk mencapai throughput yang optimal dengan biaya dan risiko operasional yang minimum.

8.11 Aspek Keselamatan dan Lingkungan

Terminal curah kering memiliki beberapa risiko operasional yang harus dikelola secara sistematis, antara lain:

- debu;
- kebakaran;
- ledakan debu;
- tumpahan material;
- kerusakan peralatan;
- kecelakaan alat berat;
- longsoran stockpile;
- pencemaran air akibat limpasan material.

Oleh karena itu, perencanaan terminal perlu memasukkan:

- sistem pengendalian debu;
- sistem pemadam kebakaran;
- sistem drainase;
- prosedur tanggap darurat;
- inspeksi peralatan;
- pemisahan jalur manusia dan alat berat;
- sistem pemantauan lingkungan.

Dalam perspektif manajemen, keselamatan dan lingkungan tidak boleh dipandang sebagai biaya tambahan semata. Keduanya merupakan bagian dari manajemen risiko dan keberlanjutan operasional terminal.

8.12 Manajemen Kinerja Terminal Curah Kering

Kinerja terminal dapat dievaluasi menggunakan beberapa indikator utama, antara lain:

1. Ship Output, Mengukur jumlah muatan yang dapat dibongkar atau dimuat dalam satuan waktu tertentu.
2. Produktivitas Alat, Mengukur jumlah material yang ditangani oleh alat bongkar muat per satuan waktu.
3. Berth Occupancy Ratio, Mengukur tingkat penggunaan dermaga dibandingkan dengan waktu operasi yang tersedia.
4. Storage Occupancy Ratio, Mengukur tingkat pemanfaatan kapasitas penyimpanan.
5. Dwelling Time, Mengukur lamanya muatan berada di dalam terminal sebelum dipindahkan ke tujuan berikutnya.

6. Equipment Utilization, Mengukur tingkat pemanfaatan alat dibandingkan dengan kapasitas waktu operasional yang tersedia.

Indikator-indikator tersebut digunakan oleh manajemen untuk:

- mengevaluasi produktivitas;
- mengidentifikasi bottleneck;
- mengendalikan biaya;
- menetapkan target kinerja;
- merencanakan investasi;
- meningkatkan kualitas pelayanan.

8.13 Strategi Manajemen Perencanaan Terminal Curah Kering

Perencanaan terminal curah kering perlu dilaksanakan dengan pendekatan strategis melalui beberapa tahap:

1. Analisis Pasar dan Proyeksi Muatan, Menentukan jenis komoditas, volume muatan, pertumbuhan permintaan, dan pola distribusi.
2. Penentuan Sistem Operasional, Menentukan metode bongkar muat, transfer, penyimpanan, dan distribusi.
3. Pemilihan Teknologi, Menentukan peralatan yang sesuai berdasarkan produktivitas, investasi, biaya operasi, dan fleksibilitas.
4. Perencanaan Kapasitas, Menentukan kapasitas dermaga, peralatan, sistem transfer, dan penyimpanan.
5. Perencanaan Tata Letak, Mengoptimalkan aliran material, kendaraan, dan peralatan.
6. Evaluasi Finansial, Menganalisis investasi, biaya operasional, pendapatan, dan kelayakan ekonomi.
7. Manajemen Risiko, Mengidentifikasi risiko keselamatan, lingkungan, operasional, dan bisnis.
8. Perencanaan Pengembangan, Menyediakan ruang dan fleksibilitas untuk pengembangan terminal pada masa mendatang.

8.14 Rangkuman

Terminal curah kering merupakan fasilitas pelabuhan yang menangani muatan dalam jumlah besar tanpa kemasan individual. Pengelolaan terminal ini membutuhkan integrasi antara dermaga, peralatan bongkar muat, sistem transfer material, fasilitas penyimpanan, transportasi darat, sumber daya manusia, serta sistem keselamatan dan lingkungan.

Perencanaan terminal harus diawali dengan pemahaman terhadap karakteristik muatan dan proyeksi throughput. Pemilihan peralatan bongkar muat, seperti grab crane, pneumatic system, bucket elevator, dan berbagai sistem conveyor, harus disesuaikan dengan jenis material, kapasitas operasi, target produktivitas, dan pertimbangan biaya sepanjang siklus hidup peralatan.

Fasilitas penyimpanan dapat berupa stockpile terbuka, gudang tertutup, maupun silo. Pemilihannya dipengaruhi oleh sifat material, sensitivitas terhadap cuaca, kebutuhan perlindungan lingkungan, dan efisiensi penggunaan lahan. Dalam perencanaan kapasitas, hubungan antara throughput, produktivitas alat, jumlah tambatan, BOR, dwelling time, kapasitas penyimpanan, dan tingkat okupansi harus dianalisis secara terpadu. Ketidakseimbangan kapasitas pada salah satu komponen dapat menjadi bottleneck yang menurunkan kinerja keseluruhan terminal.

Dengan demikian, manajemen perencanaan terminal curah kering harus berorientasi pada pencapaian keseimbangan antara kapasitas, produktivitas, efisiensi biaya, keselamatan, perlindungan lingkungan, dan keberlanjutan operasional.

8.15 Tugas

Tugas Individu

1. Jelaskan karakteristik utama terminal curah kering dan perbedaannya dengan terminal peti kemas serta terminal general cargo.
2. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan peralatan bongkar muat pada terminal curah kering.
3. Bandingkan kelebihan dan kekurangan antara:
 - stockpile terbuka;
 - covered storage;
 - silo.
4. Jelaskan hubungan antara throughput, produktivitas alat, kapasitas dermaga, dan kapasitas penyimpanan.
5. Mengapa ketidakseimbangan kapasitas antar-sub sistem dapat menimbulkan bottleneck pada terminal?

Tugas Kelompok

Pilih salah satu komoditas berikut:

- batu bara;
- semen;
- biji-bijian;
- pupuk;
- bijih besi.

Kemudian susun rancangan awal terminal curah kering yang mencakup:

1. karakteristik muatan;
2. sistem bongkar muat;
3. jenis peralatan yang digunakan;
4. sistem transfer material;

5. jenis fasilitas penyimpanan;
6. konsep tata letak terminal;
7. potensi risiko keselamatan dan lingkungan;
8. strategi peningkatan efisiensi operasional.

Output tugas: laporan 10–15 halaman disertai diagram alur operasi dan skema sederhana tata letak terminal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan E. Branch. (2007). *Elements of Port Operation and Management*. Routledge.
- Branch, A. E. (1996). *Elements of Shipping* (7th ed.). Chapman & Hall.
- Christino Boyke S.P., (2019) *Perencanaan Pelabuhan dan Terminal*. ITS Press, Surabaya
- Kementerian Perhubungan RI. (2014). *Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan*.
- OCDI (2002) *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities*
- PIANC. (2014). *Harbour Approach Channels Design Guidelines*.
- PP No.61 Tahun 2009 tentang Kepelabuhanan.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics* (3rd ed.). Routledge.
- Thoresen, C. A. (2014). *Port Designer's Handbook* (3rd ed.). ICE Publishing.
- UNCTAD. (1985). *Port Development: A Handbook for Planners in Developing Countries*. United Nations.
- UNCTAD. (2020). *Review of Maritime Transport*.
- UU No.17 Tahun 2008 tentang Pelayaran. .
- World Bank. (2007). *Port Reform Toolkit*.