

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1. Transportasi**

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dalam waktu tertentu dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakan oleh manusia, mesin maupun hewan. Menurut Morlok (1978) menyatakan transportasi didefinisikan sebagai kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari suatu tempat ketempat lain.

Bowersox (1981 dalam Rusadi, 2016) menyatakan bahwa transportasi adalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk dipindahkan ke tempat tujuan yang membutuhkan. Secara umum transportasi adalah suatu kegiatan memindahkan sesuatu dari suatu tempat ke tempat lain, baik dengan atau tanpa sarana. Transportasi manusia dan barang bukanlah merupakan tujuan akhir, oleh karna itu permintaan akan jasa transportasi dapat disebut permintaan turunan yang timbul akibat adanya permintaan akan jasa atau komoditas lainnya. Dengan demikian permintaan akan transportasi baru akan ada apabila terdapat faktor-faktor pendorongnya.

##### **2.1.2. Pelabuhan**

Pelabuhan merupakan daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang yang dilengkapi fasilitas laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bersandar untuk membongkar muat barang, kran-kran (*crane*) untuk bongkar muat barang, gudang laut (transito) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya dan gudang-gudang di mana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan. Terminal ini dilengkapi dengan jalan kereta api dan jalan raya (Triatmodjo, 2015).

Sedangkan menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan perusahaan dan pemerintahan yang digunakan sebagai naik turun penumpang, tempat kapal bersandar dan/atau bongkar muat barang,

berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan, keamanan pelayanan, kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Kepelabuhanan adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan fungsi pelabuhan untuk menunjang kelancaran, ketertiban dan keamanan berlayar, tempat perpindahan antar atau antar moda serta mendorong perekonomian nasional dan daerah dengan tetap memperhatikan tata ruang wilayah.

Kegiatan terpenting dalam sebuah pelayaran adalah kebutuhan turunan dari perdagangan. Pelayaran perniagaan dapat dibedakan menjadi pelayaran lokal, pantai, dan samudra. Pada pelayaran lokal adalah pelayaran yang bergerak dalam batas tertentu dari satu propinsi. Sedangkan pelayaran pantai yang sering disebut juga pelayaran Nusantara adalah pelayaran yang menghubungkan simpul dari suatu provinsi ke provinsi lain di Indonesia. Pelayaran samudra adalah pelayaran yang beroperasi dalam perairan internasional dengan barang perdagangan ekspor-impor dari suatu negara ke negara lain. Selain ketiga jenis pelayaran di atas ada juga disebut pelayaran rakyat yang merupakan pelayaran yang bersifat tradisional yang merupakan bagian dari usaha angkutan perairan.

Sehubungan dengan jenis pelayaran niaga tersebut pemerintah menyesuaikan jenisnya berdasarkan fungsi perdagangannya, yaitu pelabuhan laut dan pelabuhan pantai. Pelabuhan laut bebas dimasuki oleh kapal-kapal asing, sedangkan pelabuhan pantai hanya bisa dimasuki oleh kapal-kapal dalam negeri.

Sesuai dengan jenis dan ukuran kapal serta tingkat perkembangan daerah maka pemerintah melaksanakan kebijaksanaan dalam pengembangan sistem pelayanan angkutan laut dan kepelabuhanan yang didasarkan pada *4th Gate WaysPorts System* (Triatmodjo, 2015). Oleh karena itu dikenal adanya penggolongan pelabuhan yaitu:

*a. Gate Ways Port*

*Gate Way Port* adalah pelabuhan yang disinggahi oleh kapal kontainer, kapal barang umum, kapal barang dari *Collector Port*, dan kapal penumpang.

*b. Regional Collector Port*

*Regional Collector Port* adalah pelabuhan yang disinggahi oleh kapal barang dari pelabuhan pengumpul dan pelabuhan cabang.

c. *Trunk Port*

*Trunk Port* adalah pelabuhan yang disinggahi oleh kapal barang dari pelabuhan pengumpul dan pelabuhan Feeder serta kapal - kapal perintis.

d. *Feeder Port*

*Feeder Port* adalah pelabuhan yang disinggahi oleh kapal barang atau kapal perintis dan merupakan pelabuhan kecil dan perintis yang jumlahnya lebih dari 250 buah di seluruh Indonesia. Pelabuhan ini melayani di daerah - daerah terpencil. Pelabuhan perintis ini dimaksudkan untuk membuka kegiatan ekonomi daerah terpencil.

Terdapat beberapa pelabuhan di Indonesia yang menggunakan *4th Gate Ways Ports System*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jenis Pelabuhan Berdasarkan Sistem *4th Gate Ways Ports System*

No	Jenis Pelabuhan	Nama Pelabuhan
1	<i>Gate Ways Port</i>	Tanjung Piok, Tanjung Perak, Belawan, Ujung Pandang,
2	<i>Regional Collector Port</i>	Teluk bayur, Palembang, Balikpapan, Dumai, Lembar, Pontianak, Cirebon, Panjang, Ambon, Kendari, Lhok Seumawe, Sorong, Bitung, Semarang
3	<i>Trunk Port</i>	Banjarmasin, Samarinda, Cilacap, Tarakan, Ternate, Sibolga, Jayapura, Gorontalo, Bengkulu, Batam, Sampit, Benoa, Pekan baru, Jambi, Pare-pare, Sintete, Biak
4	<i>Feeder Port</i>	Nusa Tenggara Barat dan Timur, Maluku dan Irian Jaya

(Sumber: Triatmodjo, 2015)

### 2.1.3. Prasarana dan Sarana Transportasi Laut

#### a. Prasarana

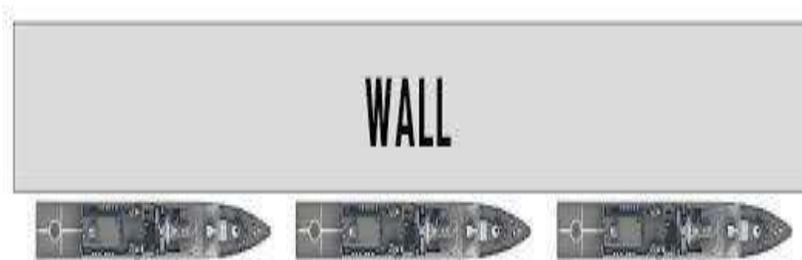
Prasarana transportasi laut meliputi dermaga, fender dan penambat.

##### 1) Dermaga

Dermaga adalah bangunan yang digunakan untuk menambatkan kapal yang akan melakukan aktivitas bongkar muatbarang, atau naik turunnya penumpang. Secara umum dermaga bisa dibedakan menjadi 3 tipe yaitu Wharf, Pier dan Jetty.

##### a) Wharf/Wall

*Wharf* adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Wharf* juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada di belakangnya (Triatmodjo, 2015).



Gambar 2.1. Dermaga Tipe *Wharf/Wall*

##### b) Pier

*Pier* adalah dermaga yang berada di garis pantai dan posisinya tegak lurus dengan garis pantai (berbentuk jari). Berbeda dengan wharf yang digunakan merapat pada satu sisinya, *pier* bisa digunakan satu sisi atau dua bagian sisinya, sehingga dapat digunakan untuk merapat lebih banyak kapal (Triatmodjo, 2015).



Gambar 2.2. Dermaga Tipe *Pier*

## c) Jetty

*Jetty* adalah dermaga yang menjorok ke laut sedemikian sisi depannya berada dalam kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. *Jetty* digunakan untuk merapat kapal Tanker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar. Sisi muka jetty ini biasanya sejajar dengan pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang membentuk sudut tegak lurus dengan *jetty* (Triatmodjo, 2015).



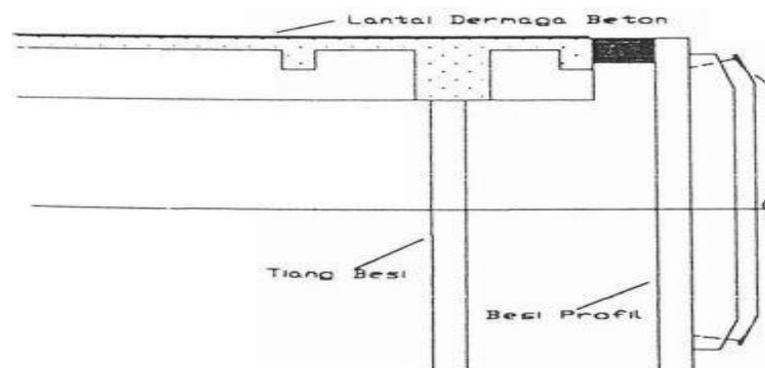
Gambar 2.3. Gambar Dermaga Tipe Jet

## 2) Fender

*Fender* adalah bantalan yang ditempatkan di depan dermaga. Fungsi dari fender ini adalah mengurai hantaman kapal ke dermaga. Meski kapal kecil sekalipun yang bersandar namun karena memiliki massa yang cukup besar maka akan berbanding lurus dengan energi yang ditimbulkan. Berdasarkan materi utamanya *fender* dibedakan menjadi *fender* kayu dan *fender* karet.

## a) Fender Kayu

*Fender* kayu bisa berupa batangan kayu yang dipasang horizontal atau vertikal di sisi depan dermaga. Fungsi dari fender ini menyerap energi dari hantaman kapal melalui lendutan kayu.



Gambar 2.4. *Fender* Kayu

b) Fender Karet

*Fender* Karet adalah *fender* berbahan karet yang saat ini banyak digunakan di pelabuhan. *Fender* karet diproduksi pabrik dengan bentuk yang berbeda-beda dan memiliki karakteristik berbeda tergantung pada fungsi.



Gambar 2.5. *Fender* Karet Bentuk Segitiga



Gambar 2.6. *Fender* Karet Bentuk *Pneumatic*

### 3) Penambat

Suatu alat yang terpasang di dermaga (darat) yang digunakan untuk menambatkan/mengikat kapal agar tidak bergeser akibat dari gelombang dan arus air.



Gambar 2.7. Gambar Alat Penambat Atau Bit

### b. Sarana Transportasi Laut

Sarana utama transportasi laut adalah kapal. Secara khusus kapal merupakan kendaraan pengangkut baik penumpang maupun barang di laut. Menurut Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Kapal juga masih bisa dibedakan lagi berdasarkan muatan yang diangkut serta cara bongkar muat kapal tersebut.

Berdasarkan muatan, kapal dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu:

#### 1) Kapal Penumpang

Kapal penumpang adalah kapal yang tujuannya utamanya sebagai pengangkut penumpang dan moda transportasi laut untuk perjalanan laut baik perjalanan dekat atau pun jauh sehingga penumpang bisa sampai pada pelabuhan/tempat tujuan.

## 2) Kapal Barang

Kapal barang atau disebut juga kapal kargo adalah kapal yang membawa muatan barang dari tempat asal (*origin*) ke tempat tujuan (*destination*). Kapal jenis ini adalah salah satu komponen penting dalam kehidupan sosial ekonomi utamanya dalam pendistribusian dan pemerataan barang dan logistik. Kapal barang masih dibedakan lagi menjadi 3 berdasarkan barang yang menjadi muatannya, antara lain:

### a) Kapal muatan barang potongan

Kapal yang mengangkut muatan berupa barang yang dimasukan/dibungkus dengan tidak standart (koper, karung, peti). Dalam bongkar muatnya barang muatan tersebut memerlukan penanganan masing-masing (sendiri) supaya tidak terjadi kerusakan pada barang tersebut. Contoh barang-barang potongan antara lain mobil, mesin-mesin, serta material lainnya.

### b) Kapal muatan barang curah

Kapal pengangkut barang curah adalah kapal yang mengangkut material lepas yang tidak terbungkus. Dalam bongkar muat kapal curah ini barang akan dipindahkan menggunakan *conveyor* atau pompa. Secara umum muatan barang curah dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu:

#### i. Muatan curah padat

Merupakan muatan curah yang berbentuk padat dalam bentuk biji-bijian, butiran, serbuk, bubuk dan sebagian yang dalam pembuatan atau pembongkaran dilakukan dengan mencurahkan muatan ke dalam kapal dengan menggunakan alat-alat khusus. Contoh muatan curah kering adalah pasir, biji gandum, kedelai, pasir, jagung, semen dan sebagainya.

#### ii. Muatan curah cair (liquid bulk cargo)

Muatan curah yang berbentuk cairan yang diangkut dengan menggunakan kapal tanker. Contoh muatan cair ini adalah produk kimia cair, bahan bakar, *crude palm oil* (CPO) dan sebagainya.

#### iii. Muatan curah gas

Muatan curah yang berbentuk gas yang dimampatkan. Contoh muatan curah gas adalah gas alam (LPG).

iv. Kapal muatan peti kemas

Kapal peti kemas adalah kapal yang memuatannya berupa peti kemas atau peti besar yang memiliki ukuran standart yaitu *Teus* atau *Feus* yang digunakan untuk mengemas barang. Karena ukurannya yang memiliki standart maka penanganannya relatif lebih sederhana dibandingkan dengan penanganan barang potongan. Selain itu kapal juga bisa dibedakan berdasarkan cara bongkar dan muat barangnya antara lain:

(i). Kapal Ro-Ro (Roll on-Roll off)

Kapal Ro-Ro (*Roll on - Roll off*) adalah kapal yang sistem bongkar muatnya dilakukan dengan menggunakan *fork lift* ataupun kendaraan lainnya dari kapal ke dermaga ataupun sebaliknya. Model kapal ini biasanya memiliki geladak bertingkat. Keuntungan kapal ini adalah mampu memuat berbagai jenis barang tambahan selain peti kemas. Sistem kapal Ro-Ro ini bisa disebut juga sistem bongkar muatan horisontal.

(ii). Kapal Lo-Lo (Lift on - Lift off)

Kapal Lo-Lo (*Lift on - Lift off*) adalah kapal yang sistem bongkar muatannya dilakukan dengan menggunakan *crane*, baik yang terdapat di kapal atau yang terdapat di dermaga. Proses bongkar muat dilakukan dengan cara peti kemas diangkat dari kapal dan dibawa ke dermaga untuk diturunkan atau sebaliknya. Pada umumnya proses bongkar muat menggunakan *container crane* yang ada di dermaga, hal ini disebabkan *container crane* yang berada di dermaga lebih kuat, seimbang, dan luas jangkauannya. Sistem bongkar seperti ini bisa disebut juga sistem bongkar muat vertika.

#### 2.1.4. Intansi dan Operator Pelabuhan Indonesia

Secara efektif keberadaan PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) mulai sejak penandatanganan Anggaran Dasar Perusahaan oleh Sekjen Dephup berdasarkan Akta Notaris Imas Fatimah, SH No 7 tanggal 1 Desember 1992. Menilik perkembangan kebelakang di masa awal pengelolaanya, PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero) telah mengalami perkembangan yang cukup pesat dan mampu

menyesuaikan diri dengan perkembangan lingkungan yang semakin maju. Jaminan pelayanan ini diistilahkan dengan *Service Level Guarantee* (SLG) dan *Service Level Agreement* (SLA). Pelabuhan yang sudah terapkan SLG dan SLA yakni Makasar, Balikpapan, Bitung, Ambon, Sorong, Jayapura, Tarakan, Pantoloan, Ternate, Kendari, Terminal Petikemas Makasar, Terminal Petikemas Bitung, UPK Bontang, UPK sangata, UPK Tg Redeb, Biak, Biak, Nunukan, Fakfak, Manokwari, dan Merauke.

### **2.1.5. Hasil Penelitian Terdahulu**

Mahmudah dkk. (2018) mengkaji kinerja operasi pelabuhan Tanjung Perak Surabaya pada terminal yang dioperasikan PT Pelindo (III) Cabang Tanjung Perak Surabaya tahun 2009-2015. Diperoleh hasil bahwa faktor yang mempengaruhi kinerja pelabuhan Tanjung Perak Surabaya adalah *Service Time* (St), *Berth Occupancy Ratio* (BOR), *Berth Throughput* (BTP) dan Kapasitas Dermaga (KD). Faktor utama yang mempengaruhi *Service Time* adalah kapasitas muatan barang tiap kapal dan kapasitas daya lalu. *Berth Occupancy Ratio* dipengaruhi oleh *Service Time* dan jumlah kinjungan kapal. *Berth Throughput* dipengaruhi oleh produktivitas bongkar muat, khususnya penggunaan alat bongkar muat. Sedangkan kapasitas dermaga dipengaruhi oleh *Berth Throughput* yang dibatasi oleh *Berth Occupancy Ratio* maksimal.

Timur (2016) mengkaji kinerja *Berth Occupancy Ratio* (BOR) terminal nilam utara di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, *Berth Occupancy Ratio* (BOR) pada tahun 2020 adalah 77%, pada tahun 2030 sekitar 118%, dan pada tahun 2040 adalah sekitar 161% dengan waktu layanan 12,39 jam. Standar UNCTAD untuk 2 tambatan maksimum 50%, yang berarti bahwa nilai BOR di Terminal Nilam Utara tidak memenuhi standar yang disarankan.

Perkovic dkk. (2013) menyatakan bahwa pertumbuhan arus barang di Pelabuhan Koper Slovenia akan meningkat menjadi 30-40 juta/ton di rentang waktu 5-10 tahun yang akan datang, sedangkan saat ini pelabuhan hanya mampu melayani 16-18 juta/ton maka akan mengakibatkan kelebihan kapasitas. Dari analisis data tersebut maka Pelabuhan Koper Slovenia perlu menambah atau memperbesar kapasitas dermaga.

Wikarma dkk. (2016) mengkaji kinerja dan pengembangan pelabuhan laut di Bali. Diperoleh hasil bahwa kinerja operasional di Pelabuhan Celukan Bawang dalam 10 tahun terakhir menunjukkan kinerja operasional pelabuhan mengalami penurunan. Hal ini terlihat dari beberapa indikator standar pada tahun 2013 yaitu nilai waktu tunggu (*waiting time*) sebesar 58 jam diatas nilai standar 1 jam, nilai waktu efektif/waktu dermaga (*Effective Time/ Berthing Time*) sebesar 31,6% dibawah nilai standar 70%, Tingkat penggunaan gudang (*Shed Occupancy Ratio/SOR*) sebesar 6% dibawah nilai standar 40%, Tingkat penggunaan lapangan penumpukan (*Yard Occupancy Ratio/ YOR*) sebesar 0% dibawah standar 60% dan tingkat penggunaan dermaga (*Berth Occupancy Ratio/BOR*) sebesar 88% diatas nilai standar 70%. Dari indikator-indikator diatas, maka kinerja operasional pelabuhan dinyatakan kurang baik.

Adhiyakso dkk. (2012) melakukan penelitian tentang evaluasi lokasi pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. hanya dermaga Jamrud Utara dan Dermaga Kade Perak saja yang masih dibawah standar BOR yang ditetapkan yaitu sebesar 70%.
- b. Terjadinya over-capacity pada Pelabuhan Tanjung perak menurut skenario:
  - 1) Skenario 1 : pada tahun 2019 lebih 8 bulan 24 hari.
  - 2) Skenario 2 : pada tahun 2017 lebih 4 bulan 25 hari.
  - 3) Skenario 3 : pada tahun 2017 lebih 1 bulan 7 hari.

Ulfany dkk. (2017) menyatakan bahwa kinerja di Terminal Jamrud paling baik adalah produktivitas bongkar muat general cargo, Sedangkan tingkat kinerja untuk pelayanan *waiting time* kapal belum memenuhi pencapaian yang diharapkan karena masih berada di bawah standart yang ditetapkan serta utilitas dermaga terminal non petikemas.

Prasetyo dkk. (2012) menyebutkan bahwa DSS 3 cukup baik digunakan sebagai alternatif dalam pengambilan keputusan alokasi penyandaran kapal karena berdasarkan analisis DSS 3 dari sisi BOR dan analisa dermaga kosong serta status penyandaran bernilai sama atau mendekati nilai dengan DSS 1 maupun DSS 2, sedangkan DSS 1 masih perlu digunakan karena berdasarkan analisa bahwa DSS

1 memiliki nilai yang sama atau mendekati dengan DSS 2 khususnya dari sisi BOR. Untuk saran bahwa seharusnya ada data tambahan seperti panjang kapal, panjang dermaga dan produktivitas serta kebijakan dari pihak PELINDO III.

Gantara dkk. (2012) menyatakan bahwa hasil model pengembangan wilayah untuk pembangunan pelabuhan di Pelabuhan Tanjung Wangi Panjang memiliki nilai rata-rata BOR per tahun sebesar 85.57% maka dibutuhkan panjang dermaga yang ideal adalah sepanjang 573 m.

Nur dkk. (2013) melakukan penelitian tentang permodelan optimisasi tata letak Pelabuhan curah kering dengan pendekatan simulasi diskrit di Pelabuhan Khusus PT Petrokimia Gresik didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Peningkatan produksi perusahaan dengan rata-rata 7.7% per tahun, diikuti dengan peningkatan utilitas fasilitas pelabuhan: dermaga (Berth Occupancy Ratio) 2%, gudang (Shed Occupancy Ratio) 1.2% dan lapangan Penumpukan (Yard Occupancy Ratio) 0.6%.
- b. Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan didapatkan tata letak untuk penambahan fasilitas pelabuhan petrokimia Gresik optimum, yaitu: - Dermaga dengan panjang 170 m di disisi utara; - Gudang dengan ukuran 60 x 48 x 8 m dan jarak 1600 m dari dermaga; - Lapangan penumpukan dengan ukuran 65 x 50 m dan jarak 1600 m dari dermaga.

Penelitian tentang kinerja pelabuhan pernah dilakukan oleh Wiradinata (2015 dalam Rusadi, 2016) khususnya tentang analisis kesiapan kapasitas Tanjung Emas Semarang dengan menilai kapasitas pelabuhan, nilai BOR, BTP, dan panjang dermaga. Keseluruhan analisis tersebut dievaluasi melalui perkiraan pertumbuhan volume arus kapal, barang dan penumpang hingga tahun 2030 dengan menggunakan data 5 tahun terakhir yakni tahun 2010-2014 dengan metode regresi yang dimasukkan sebagai faktor peningkatan terkait MEA. Hasil yang diperoleh berupa perkiraan peningkatan arus volume yang terjadi dan kesiapan fasilitas yang ada khususnya rekomendasi untuk penambahan panjang dermaga Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

Dalam penelitian lainnya yang dilakukan oleh Siswadi (2005 dalam Rusadi, 2016) tentang kinerja Terminal Peti Kemas Semarang, dari dermaga sampai lapangan penampungan petikemas khususnya peralatan *Container Crane (CC)*,

*Rubber Tyred Gantry (RTG)*, dan *Head Truck (HT)* dengan metode antrian yang analisa pelayanan penyelesaiannya dilakukan dengan dua model yaitu model peramalan dan model simulasi sebagai sarana perhitungan.

## 2.2. DASAR TEORI

### 2.2.1. Kinerja Operasi Pelabuhan

#### a. *Service time*

*Service time* terdiri dari *operating time* atau waktu saat proses bongkar muat terjadi dimana kualitasnya ditentukan oleh peralatan yang digunakan dan operator yang menjalankan serta *not operating time* atau waktu dimana operator sedang beristirahat dan aktifitas bongkar muat dihentikan sementara waktu biasanya berada diangka 5 – 20%. (Menurut Yuwono, 2014) dapat dihitung dengan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2:

$$C_{\text{kapal}} = \frac{\text{muatan}}{\text{unit}} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$St = \frac{C_{\text{kapal}}}{(KL \times n)} \times (1 + 0,20) \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

C kapal = Kapasitas kapal (Ton/Kapal)

Muatan = Jumlah muatan (Ton)

Unit = Jumlah kapal (Unit)

KL = Kapasitas daya lalu barang (Ton/jam)

n = Jumlah gang kerja (Satuan Kerja)

#### b. *Berth Occupancy Ratio (BOR)*

Menurut Thoresen (2003 dalam Rusadi, 2016) kinerja pelabuhan ditunjukkan oleh *Berth Occupancy Ratio (BOR)* atau tingkat pemakaian dermaga. Hal itu merupakan perbandingan antara jumlah waktu dermaga dipakai dan jumlah waktu yang tersedia dalam satu periode dan dinyatakan dalam persen. Kualitas BOR dapat ditunjukkan menggunakan persamaan berikut ini. BOR dapat dihitung dengan persamaan 2.3:

$$BOR = \frac{Vs \cdot St}{Te \cdot n} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan:

BOR = *Berth Occupancy Ratio* (%)

Vs = Jumlah Kapal yang berlabu (unit/tahun)

St = *Service time* atau waktu pelayanan (jam/hari)

N = Jumlah tambatan

Te = waktu efektif (jumlah hari dalam satu tahun)

Semakin tinggi produktifitas peralatan dan semakin singkatnya nilai *operating time* akan menunjang nilai pemakaian dermaga (BOR). Adapun rekomendasi tingkat pemakaian dermag adari *United Nation Conference on Trade Development* (UNCTAD) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Tabel Nilai BOR yang disarankan

Jumlah Tambatan Dalam Group	BOR Yang Disarankan (%)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6-10	70

Sumber: *United Nation Conference on Trade Development* (UNCTAD)

c. Berth Throughput (BTP)

Berth throughput (BTP) adalah kemampuan dermaga untuk melewati jumlah barang yang dibongkar-muat ditambatan. BTP dapat dihitung dengan persamaan 2.4 dan persamaan 2.5 berikut ini:

$$BTP = \frac{H \cdot BOR \cdot J \cdot G \cdot P}{L_1} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$L_1 = L_{0a} + 10\%L_{0a} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

BTP = *Berth Throughput* (Ton/m/tahun)

H = Jumlah hari kerja dalam satu tahun (hari)

BOR = *Berth Occupancy Ratio* (%)

J = jam kerja per hari

G = Jumlah gang dalam satu waktu

P = Produktifitas (Ton/jam)

$L_1$  = Panjang dermaga untuk satu kapal

$L_{oa}$  = Panjang kapal (m)

#### d. Kapasitas Dermaga

Kapasitas dermaga merupakan kemampuan dermaga untuk dapat menerima arus bongkar muat yang dapat dikalkulasikan dengan persamaan 2.6 berikut:

$$K_D = L \cdot BTP \cdot f \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

$K_D$  = Kapasitas Dermaga (ton)

L = Panjang dermaga (m)

BTP = *Berth Throughput* (Ton/m/tahun)

f = Faktor konversi dimana 1 box = 1,7 TEUS

Hasil kapasitas dermaga dapat dibandingkan dengan kapasitas eksisting ( $K_E$ ) sehingga diperoleh hasil apakah dermaga membutuhkan penambahan panjang dermaga (tata ulang dermaga) atau pun tidak.

#### e. Panjang Dermaga

Dalam menentukan panjang dermaga dapat digunakan data arus kedatangan kapal dan arus barang. Panjang dermaga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini dengan BTP dihitung dari persamaan 2.7:

$$L = \frac{K_D}{BTP} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan:

L = Panjang Dermaga (m)

$K_D$  = Kapasitas Dermaga

BTP = Berth Throughput (TEUs/m/tahun atau Ton/m/tahun)

Jumlah tambatan dan panjang dermaga juga dapat dihitung menggunakan persamaan 2.8 dan persamaan 2.9 sehingga dapat ditulis seperti berikut:

$$n = \frac{V_s \cdot St}{T_e \cdot BOR} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

$$L = n \cdot L_1 + 10\% L_{oa} \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan:

n = Jumlah tambatan

V<sub>s</sub> = Jumlah Kapal yang berlabu (unit/tahun)

BOR = *Berth Occupancy Ratio* (%)

T<sub>e</sub> = Waktu efektif (jumlah hari dalam satu tahun)

L<sub>1</sub> = Panjang dermaga untuk satu kapal

L<sub>oa</sub> = Panjang Kapal (m)