

BAB 3

METODE PENGHITUNGAN

3.1 Langkah Pengerjaan *Gap Analysis* Terhadap Kondisi Eksisting

Pada penghitungan *gap analysis* terhadap kondisi eksisting terdapat batasan-batasan yang sanggup dilakukan oleh PT. Pelindo II. Untuk penambahan fasilitas dermaga akan sulit dilakukan pada kondisi eksisting, oleh karena itu optimasi dermaga peti kemas pada kondisi eksisting dilakukan dengan mengoptimasi BOR dengan cara penambahan jumlah dan kapasitas *container crane*. Apabila telah dilakukan penambahan jumlah dan kapasitas *container crane* namun BOR masih lebih dari nilai ideal maka tindakan penambahan jumlah dermaga akan diperhitungkan. Dalam penelitian ini, penulis menyusun langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut:

3.1.1 Penghitungan BOR Aktual

BOR adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian (bongkar muat) tiap dermaga yang tersedia dibagi dengan jumlah waktu yang tersedia dalam satu periode. Rumus untuk mencari BOR dijelaskan melalui persamaan di bawah ini.

$$BOR = \frac{T_s}{T_{bw}} \times \frac{N_v}{N_b} \times 100\% \quad \text{Pers 3.1}$$

Dimana,

Nb : Jumlah berth

Nv : Jumlah *ship call* per minggu (*Demand/Ship Parcel*)

BOR : *Berth occupancy ratio* (%)

Ts : Waktu bongkar/muat per kapal peti kemas (jam)

Tbw : Waktu kerja dermaga (jam)

Besarnya waktu yang dibutuhkan untuk melayani kegiatan bongkar muat/vessel (*Service Time*) adalah:

$$Ts = \text{Mooring \& Unmooring Time} + \frac{Sp}{nQcc \times pQcc \times Wct} \quad \text{Pers 3.2}$$

Dimana,

$nQcc$: Jumlah *container crane*/kapal peti kemas

$pQcc$: Kapasitas *container crane* (TEUs/jam)

Wct : *Working Crane Time* (0.65-1)

Sp : Kapasitas kapal peti kemas (TEUs)

Dengan mengetahui faktor *downtime* (Dt) dan total jam kerja pelabuhan, jam kerja dermaga per minggu dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Tbw = (1 - Dt) \times Td \times Nd \quad \text{Pers 3.3}$$

Dimana,

Tbw : Waktu kerja dermaga (jam)

Td : Jam kerja per hari (jam)

Nd : Jumlah hari kerja dalam 1 minggu

Dt : *Downtime*

3.1.2 Pengoptimalan BOR

Untuk kondisi eksisting, pengoptimalan BOR dilakukan dengan tiga skenario yang diurutkan sesuai dengan prioritas, yaitu :

1. Menambah jumlah *container crane* pada dermaga dengan kapasitas *single lift*.
2. Menambah jumlah *container crane* pada dermaga dengan kapasitas *twin lift*.
3. Menambah panjang dermaga.

3.1.3 Penghitungan Fasilitas Kolam Pelabuhan

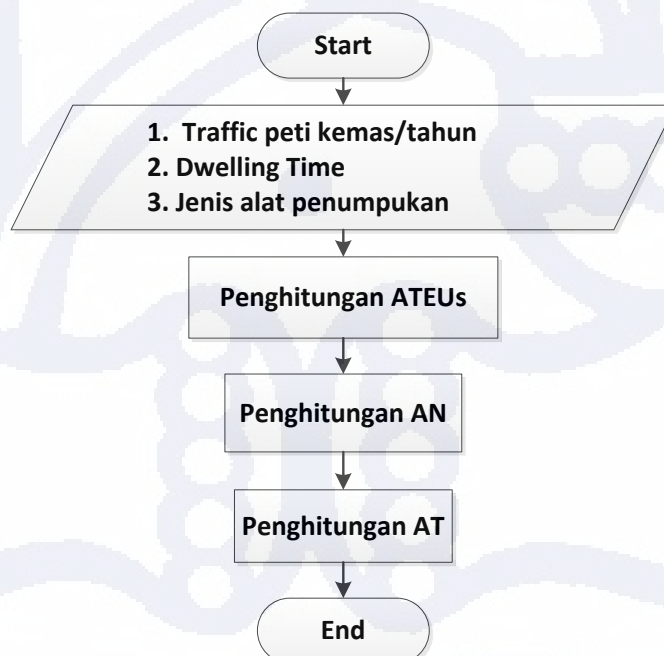
Pada penelitian ini, penghitungan *gap capacity analysis* dari fasilitas kolam pelabuhan dilakukan dengan menggunakan data *draft* dari kapal rencana, kemudian data *draft* kapal tersebut dibandingkan dengan *draft* kolam pelabuhan eksisting (PM 42 Tahun 2011).

3.1.4 Penghitungan Fasilitas Alur Pelayaran

Pada penelitian ini, penghitungan *gap capacity analysis* dari fasilitas alur pelayaran dilakukan dengan menggunakan data *draft* dari kapal rencana, kemudian data *draft* kapal tersebut dibandingkan dengan *draft* alur pelayaran eksisting (PM 42 Tahun 2011).

3.1.5 Penghitungan Container Yard

Penghitungan fasilitas container yard dilakukan dengan menggunakan data trafik petikemas (TEU) dalam satu tahun, dwelling time, dan alat penumpukan yang digunakan. Diagram alir dari penghitungan fasilitas *container yard* dengan disajikan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3. 1 Diagram alir penghitungan fasilitas *container yard*

Dengan diketahui *traffic* peti kemas, alat penumpukan, dan dwelling time kemudian dapat diolah dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$AN = \frac{\text{Throughput} \times D \times ATEU \times (1 - Bf)}{365 \times H} \quad \text{Pers 3.4}$$

$$AT = \frac{AN}{N \times L \times S} \quad \text{Pers 3.5}$$

Dimana,

Throughput = Jumlah TEU dlm 1 tahun (TEUs)

D = *Dwelling time* (Hari)

ATEU = Luasan yang diperlukan untuk 1 TEUs (lihat Tabel 3.1)

Bf = Faktor *buffer* (biasanya 0.05-0.1 dari total area)

H = Rasio ketinggian stacking container (0.5-0.8)

AN = Luas *container yard* bersih (m²)

N = Luas daerah primer (0.5-0.75)

L = Faktor *layout* (utk segitiga 0.7 utk persegi 1)

S = Faktor segregasi akibat destinasi, prosedur, dll (0.8-1)

AT = Total area *container yard* yang dibutuhkan (m²)

Tabel 3. 1 Tabel ATEUs

Handling equipment and method	Stacking height: no. of containers	Breadth or line of containers				
		1	2	5	7	9
Chassis	1	65				
FLT (front-lift truck) or RS (reach stacker)	1	72	72			
	2		36			
	3		24			
	4		18			
SC (straddle carrier)	1 over 1	30				
	1 over 2	16				
	1 over 3	12				
RTG or RMG	1 over 2			21	18	15
	1 over 3			14	12	10
	1 over 4			11	9	8
	1 over 5			8	7	6

(Sumber: Thoresen, CA., 2014)

3.2 Langkah Pengerjaan *Gap Analysis* Terhadap Kondisi Proyeksi

Dalam penelitian ini, penulis menyusun langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut:

1. Penghitungan Kapasitas Pelabuhan.

Penghitungan kapasitas pelabuhan dilakukan dengan menggunakan dua acuan yaitu UNCTAD (1985) dan *Port Designer's Handbook* (2014). Kapasitas pelabuhan yang akan dihitung adalah panjang dermaga, jumlah *quay container crane*, luas *container crane*, kolam pelabuhan, dan alur pelayaran. Data yang dibutuhkan adalah data trafik peti kemas Pelabuhan Tanjung Priok.

2. *Gap Analysis*

Gap analysis dilakukan dengan membandingkan hasil penghitungan kapasitas pelabuhan dengan data sekunder. Data sekunder didapat dari PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero), Kementerian Perhubungan, dan internet. Data sekunder yang dibandingkan adalah data panjang dermaga, jumlah *quay container crane*, luas *container crane*, kolam pelabuhan, dan alur pelayaran.

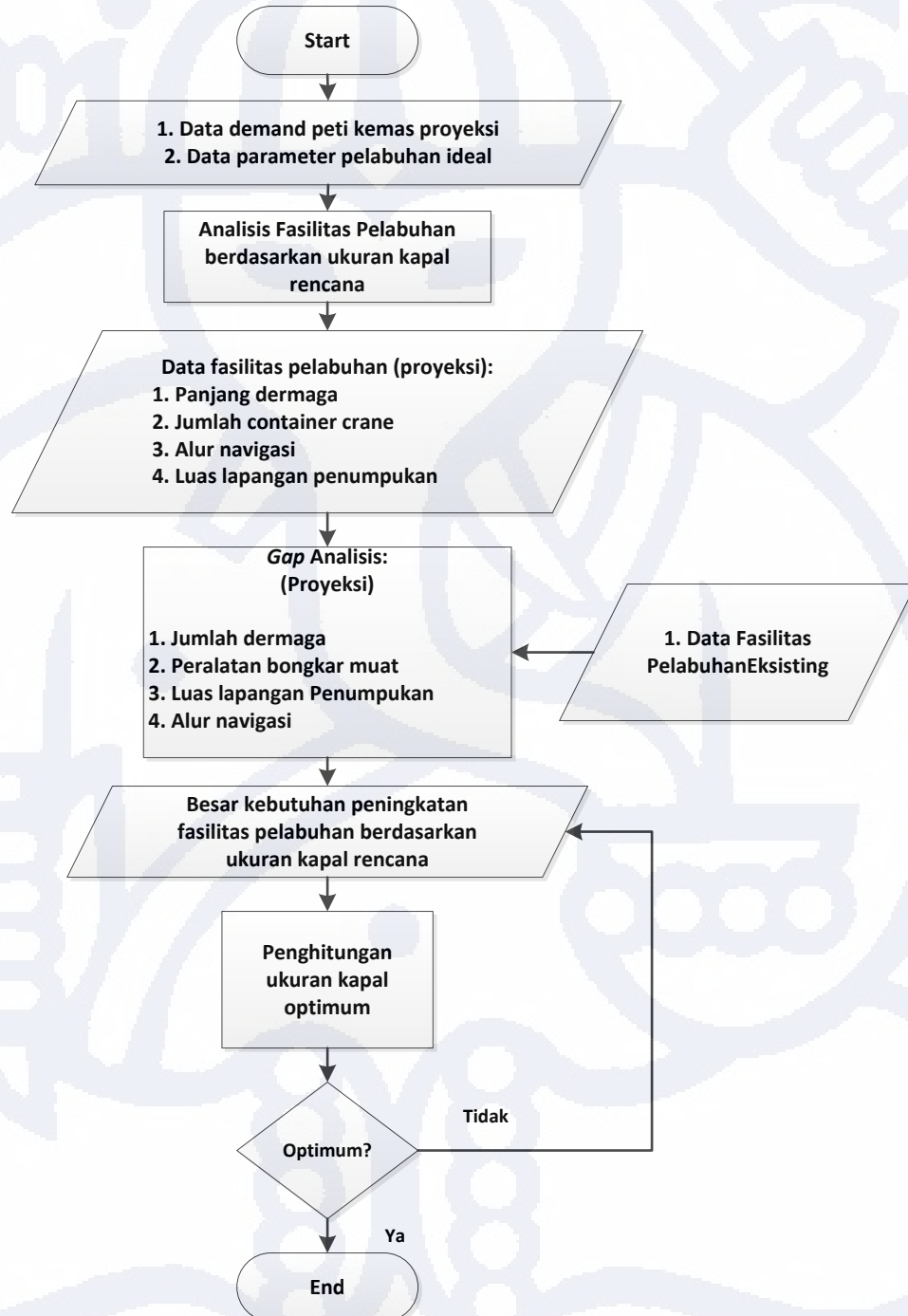
3. Penghitungan Kebutuhan Biaya dari Peningkatan Fasilitas Pelabuhan

Penghitungan biaya peningkatan fasilitas dan peralatan di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Priok berdasarkan *gap capacity analysis* untuk kondisi eksisting dan proyeksi dengan menggunakan Peraturan Menteri Perhubungan No 75 Tahun 2013 sebagai acuan harga.

4. Penghitungan ukuran kapal optimum.

Penentuan ukuran kapal optimum di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Priok berdasarkan *gap capacity analysis* untuk kondisi eksisting dan proyeksi

Langkah pengerjaan diatas digambarkan melalui diagram alir di bawah ini (Gambar 3.2).

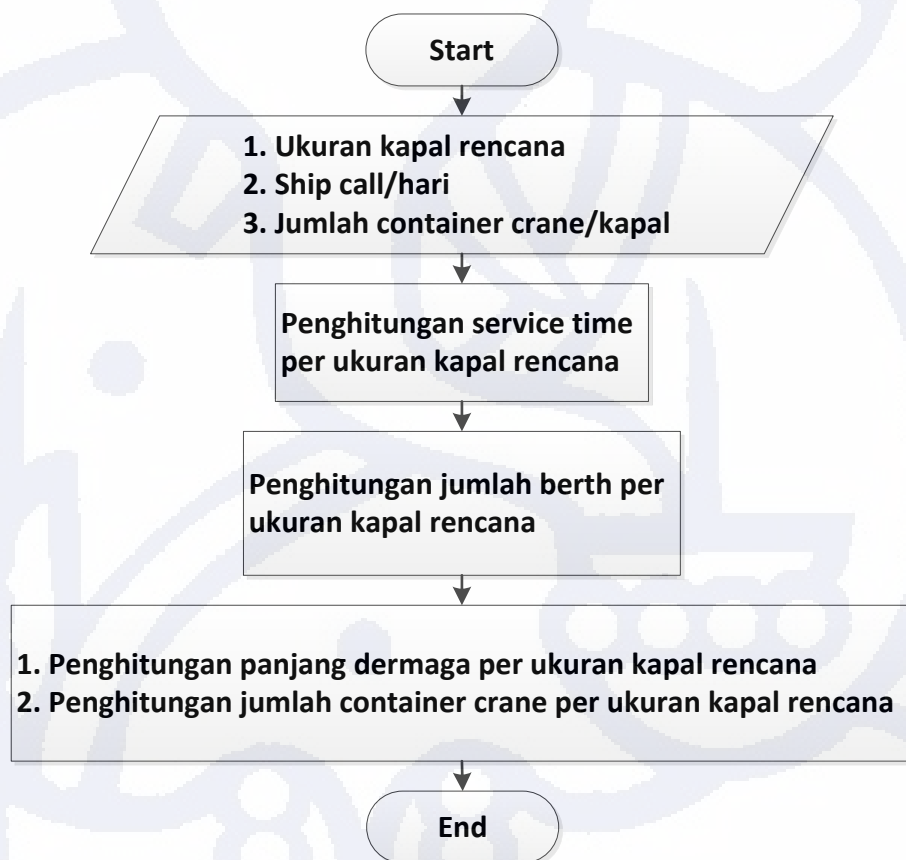


Gambar 3. 2 Langkah pengerjaan

3.2.1 Penghitungan Fasilitas Dermaga

3.2.1.1 Port Designer's Handbook (2014)

Menurut Carl A. Thoresen melalui bukunya *Port Designer's Handbook* (2014), penghitungan fasilitas dermaga dapat dilakukan dengan pendekatan melalui banyaknya *ship call* yang terjadi dalam ukuran waktu tertentu dan jumlah *container crane* yang digunakan untuk tiap kapal. Diagram alir dari penghitungan fasilitas dermaga dengan menggunakan *Port Designer's Handbook* disajikan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3. 3 Diagram alir penghitungan fasilitas dermaga (Thoresen)

1. Penghitungan *Service Time* (T_s)

Besarnya waktu yang dibutuhkan untuk melayani kegiatan bongkar muat/vessel (*Service Time*) dilakukan dengan Pers 3.2.

2. Penghitungan Jumlah *Berth* (N_b)

Dengan mengetahui faktor *downtime* (D_t) dan total jam kerja pelabuhan, jam kerja dermaga per minggu dapat dihitung menggunakan Pers. 3.3

Jumlah dermaga yang dibutuhkan untuk membongkar kapal peti kemas selama 1 minggu adalah:

$$N_b = \frac{T_s}{T_{bw}} \times \frac{N_v}{BOR} \quad \text{Pers 3.6}$$

Dimana,

N_b : Jumlah berth

N_v : Jumlah *ship call* per minggu

BOR : *Berth occupancy ratio* (%)

3. Penghitungan Panjang Dermaga (Q_L)

Panjang dermaga yang dibutuhkan adalah:

$$Q_L = C + (LOA \times N_b) + B_g \times (N_b - 1) \quad \text{Pers 3.7}$$

Dimana,

Q_L : Panjang dermaga (m)

LOA : Panjang kapal (m)

B_g : *Berth gap* (m) : 15 m (OCDI 2002)

C : *Clearance* (m) : 30 m (OCDI 2002)

Selain Q_L , dalam penghitungan panjang dermaga juga akan didapatkan data mengenai jumlah *container crane* yang dibutuhkan.

$$nQ_{cc} = Nb \times Q_{cc}/Kapal \quad \text{Pers 3.8}$$

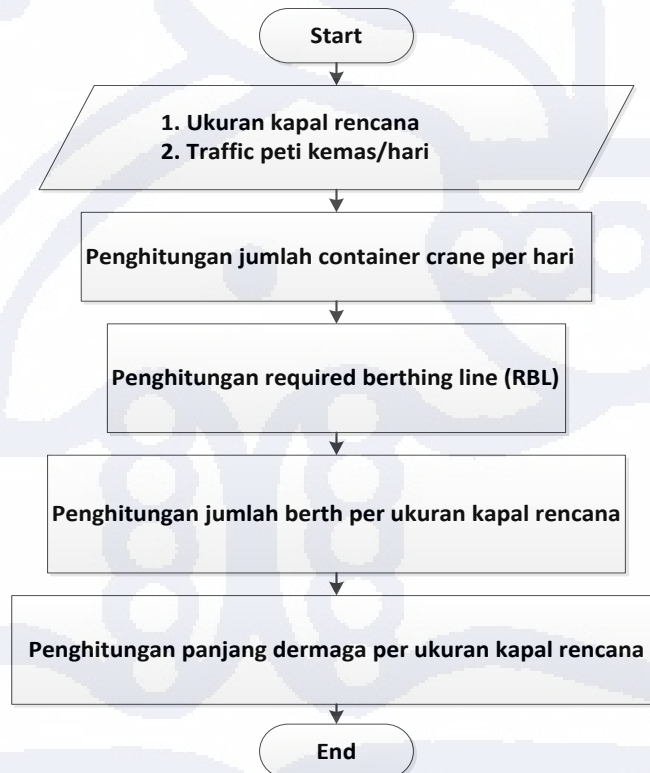
Setelah mendapatkan QL dan nQcc, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *gap capacity analysis* dengan membandingkan data penghitungan dengan data eksisting.

4. Penghitungan Biaya

Setelah *gap* antara data eksisting dan data penghitungan. *Gap* tersebut dapat dijadikan data untuk menghitung biaya penambahan fasilitas dermaga.

3.2.1.2 UNCTAD (1985)

Menurut UNCTAD (1985), penghitungan fasilitas dermaga dapat dilakukan dengan pendekatan melalui jumlah crane/hari yang dibutuhkan untuk kegiatan bongkar muat. Diagram alir dari penghitungan fasilitas dermaga dengan menggunakan UNCTAD disajikan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3. 4 Diagram alir penghitungan fasilitas dermaga (UNCTAD)

1. Penghitungan Jumlah *Container Crane*/hari

Jumlah crane per hari yang dibutuhkan dapat dihitung dengan cara:

$$nQ_{cc} = \frac{\text{Throughput}}{pQ_{cc} \times T_{bw} \times BOR} \quad \text{Pers 3.9}$$

Dimana,

nQ_{cc}	: Jumlah <i>container crane</i>
Throughput	: Trafik/minggu (TEUs)
pQ_{cc}	: Kapasitas <i>container crane</i> (TEUs/jam)
W_{ct}	: Working Crane Time (0.65-1)
T_{bw}	: Waktu kerja dermaga (jam)

2. Penghitungan *Required Berthing Line* (RBL)

Dengan menentukan jarak minimum antar Q_{cc} , dapat diketahui panjang dermaga minimum yang dibutuhkan.

$$RBL = nQ_{cc} \times \text{Jarak antar crane} \quad \text{Pers 3.10}$$

Dimana,

RBL	: Panjang dermaga yang dibutuhkan (m)
Jarak antar crane	: 100 m (UNCTAD 1985)

3. Penghitungan Panjang Dermaga

Panjang dermaga masih perlu dihitung lagi karena RBL belum memperhitungkan *clearance* dan *berth gap*. Panjang dermaga dapat dihitung dengan:

$$QL = C + (RBL) + Bg \times \left(\frac{RBL}{LOA} - 1 \right) \quad \text{Pers 3.11}$$

Dimana,

QL	: Panjang dermaga (m)
LOA	: Panjang kapal (m)
Bg	: Berth gap (m) : 15 m (OCDI 2002)
C	: Clearance (m) : 30 m (OCDI 2002)

Setelah mendapatkan QL dan nQcc, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *gap capacity analysis* dengan membandingkan data penghitungan dengan data eksisting.

4. Penghitungan Biaya

Setelah *gap* antara data eksisting dan data penghitungan. *Gap* tersebut dapat dijadikan data untuk menghitung biaya penambahan fasilitas dermaga.

3.2.2 Penghitungan Fasilitas Kolam Pelabuhan

Pada penelitian ini, penghitungan *gap capacity analysis* dari fasilitas kolam pelabuhan dilakukan dengan menggunakan data *draft* dari kapal rencana, kemudian data *draft* kapal tersebut dibandingkan dengan *draft* kolam pelabuhan eksisting (PM 42 Tahun 2011).

3.2.3 Penghitungan Fasilitas Alur Pelayaran

Pada penelitian ini, penghitungan *gap capacity analysis* dari fasilitas alur pelayaran dilakukan dengan menggunakan data *draft* dari kapal rencana, kemudian data *draft* kapal tersebut dibandingkan dengan *draft* alur pelayaran eksisting (PM 42 Tahun 2011).

3.2.4 Penghitungan Fasilitas Container Yard

Cara menghitung fasilitas *container yard* untuk kondisi proyeksi sama seperti penghitungan fasilitas *container yard* yang dilakukan pada kondisi eksisting. Penghitungan fasilitas *container yard* pada kondisi eksisting ada pada subbab 3.1.3 **Penghitungan Fasilitas Container Yard** (hal 3-2).

3.3 Asumsi Yang Digunakan

3.3.1 Asumsi Pada Penghitungan Dermaga

Pada penelitian ini, dalam penghitungan kapasitas dermaga ideal untuk kondisi eksisting, penulis mengambil beberapa asumsi, yaitu

1. Waktu kerja pelabuhan

Menurut Thoresen 2014, pelabuhan ideal memiliki total waktu kerja selama 24 jam/hari, 7 hari/minggu, dan 365 hari/tahun..

2. *Downtime (Not Operation Time)*

Menurut Thoresen 2014, supaya tidak terjadi kepadatan pada lalu lintas pelabuhan, nilai *Downtime* tidak boleh lebih besar dari 5-20%. Dalam penelitian ini, nilai *Downtime* yang diambil adalah 20%.

3. *Work Crane Time (Wct)*

Menurut Thoresen 2014, dalam kenyataan di lapangan, pada kegiatan bongkar muat, *container crane* tidak bekerja penuh. Ada beberapa faktor yang menyebabkan *container crane* tidak bekerja (persiapan dan penggantian shift). Besar Wct berkisar antara 70 – 90%. Dalam penelitian ini, nilai Wct yang diambil adalah 80%.

4. BOR

Menurut Thoresen 2014, nilai BOR bergantung pada jumlah tambatan yang ada di pelabuhan. Nilai BOR yang direkomendasikan oleh Thoresen 2014 ditampilkan melalui **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2 Berth Occupancy Ratio

Number of berths	Control of arrival of ship to berth		
	None	Average	High
1	25%	35%	45%
2	40%	45%	50%
3	45%	50%	55%
4	55%	60%	65%
5	60%	65%	70%
6 or more	65%	70%	75%

(Sumber: Thoresen, CA., 2014)

5. Ukuran Kapal Rencana

Dibawah ini adalah tabel mengenai ukuran kapal (DWT) serta konversinyake TEUs yang akan digunakan sebagai data penghitungan (Tabel 3.3).

Tabel 3. 3 Ukuran Kapal Rencana

dwt	MD	LOA	LBP	B	D	F	CB	Kapasitas
(t)	(t)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	---	TEUs
60,000	83,000	290	275	32.2	13.2	8.6	0.693	4000
50,000	68,000	267	253	32.2	12.5	7.8	0.651	3500
40,000	54,000	237	225	32.2	11.7	6.9	0.622	3000
30,000	40,500	210	200	30	10.7	5.9	0.615	2300
20,000	27,000	174	165	26.2	9.2	4.4	0.662	1500
10,000	13,500	130	124	21.2	7.3	2.7	0.686	800

(Sumber: *Technical note of NILIM* nomor 309)

3.3.2 Asumsi Pada Penghitungan *Container Yard*

Pada penelitian ini, dalam penghitungan kapasitas *container yard* ideal untuk kondisi eksisting dan proyeksi penulis mengambil beberapa *asumsi*.

1. Alat penumpukan

Pada penelitian ini, penulis mengasumsikan alat penumpukan yang digunakan adalah RTGC dengan tinggi kriteria 9 bentangan dan tinggi 1 over 5.

2. *Buffer Area* (Bf)

Menurut Thoresen 2014, lapangan penumpukan harus memiliki *buffer area*. Besar *buffer area* berkisar antara 5-20%. Pada penelitian ini, nilai Bf yang diambil oleh penulis adalah 10%.

3. Luas daerah primer (N)

Pada *container yard* tidak hanya terdapat fasilitas lapangan penumpukan peti kemas, biasanya juga terdapt fasilitas gudang, kantor, *reefer*, dan tempat penyimpanan peti kemas kosong. Menurut Thoresen 2014, luas lapangan penumpukan peti kemas berkisar antara

50-75% dari total luas *container yard*. Pada penelitian ini nilai N yang diambil adalah 75%.

4. Faktor *layout* (L)

Bentuk *layout* dari *container yard* mempengaruhi luas total *container yard* yang dapat digunakan. Penulis mengambil asumsi L sebesar 1 (bentuk *container yard* persegi).

5. Faktor segregasi (S)

Dalam penumpukan peti kemas di pelabuhan, biasanya terdapat prosedur yang harus diikuti, sehingga menyebabkan tidak semua area *container yard* dapat digunakan. Faktor segregasi berkisar antara 80-100%. Pada penelitian ini, penulis memilih faktor segregasi sebesar 80%.