

**TUGAS AKHIR - TM 184835**

**Analisis Mengenai Peletakan Petikemas Terhadap Peletakan Kapal di Tambatan dan Pola Peletakan Petikemas di *Container Yard* (CY)**

**CHRISTINA AGUSTIN DWI WORO P.**

**NRP 021113 40000 062**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020**



**TUGAS AKHIR - TM 184835**

**Analisis Mengenai Peletakan Petikemas Terhadap Peletakan Kapal di Tambatan dan Pola Peletakan Petikemas di *Container Yard* (CY)**

**CHRISTINA AGUSTIN DWI WORO P.**

**NRP 021113 40000 062**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.**

**PROGRAM SARJANA  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020**



**TUGAS AKHIR - TM 184835**

**ANALYSIS OF THE DEPLOYMENT OF THE CONTAINER TO THE  
SHIP'S MOORING AND CONTAINER YARD DEPLOYMENT  
PATTERNS**

**CHRISTINA AGUSTIN DWI WORO P.**

**NRP 021113 40000 062**

**Advisor**

**Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.**

**UNDERGRADUATE  
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA  
SURABAYA 2020**

**ANALISIS MENGENAI PELETAKAN PETIKEMAS  
TERHADAP LETAK KAPAL DI TAMBATAN DAN  
POLA PELETAKAN PETIKEMAS DI *CONTAINER  
YARD (CY)***





**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**CHRISTINA AGUSTIN DWI WORO P.**  
NRP. 0211134000062

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.  (Pembimbing)  
NIP. 196303141988031002
2. Suwarno, S.T., M.Sc. PhD  (Penguji I)  
NIP. 198005202005011003
3. Ari Kurniawan Saputra, S.T., MT  (Penguji II)  
NIP. 198604012015041001
4. Fahmi Mubarak, S.T., M.Sc. PhD  (Penguji III)  
NIP. 197801152003121002



**ANALISIS MENGENAI PELETAKAN PETIKEMAS  
TERHADAP PELETAKAN KAPAL DI TAMBATAN  
DAN POLA PELETAKAN PETIKEMAS DI  
*CONTAINER YARD (CY)***

**Nama** : Christina Agustin Dwi Woro P.  
**NRP** : 0211134000062  
**Departemen** : Teknik Mesin  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Witantyo, M. Eng. Sc

**ABSTRAK**

Terminal petikemas memiliki peran penting dalam pemindahan petikemas dari kapal ke darat ataupun sebaliknya. Namun, saat ini efisiensi proses menunjukkan kinerja yang rendah yaitu sebesar 72%. Rendahnya kinerja ini disebabkan adanya waktu tunggu proses bongkar muat petikemas dari kapal ke *Container Yard (CY)* atau sebaliknya. Hasil dari penelitian sebelumnya disebutkan bahwa beberapa faktor penyebab waste pada proses kinerja terminal secara menyeluruh mengenai proses kerja yaitu pada bagian penjadwalan, management, human error dan alat/fasilitas. Maka dari itu penelitian kali ini bertujuan untuk mencari bagaimana bentuk peletakan petikemas dan kapal sehingga dapat meningkatkan kinerja terminal petikemas.

Pada penelitian kali ini akan digunakan metode *Lean Six Sigma*. Analisis akan diawali dengan membuat BPM (*Big Picture Mapping*) kemudian dilanjutkan dengan DMAIC. Langkah pertama dari pengerjaan metode tersebut yaitu dengan pembuatan

*Process Activity Mapping* (PAM) dengan mengelompokkan kegiatan yang memiliki kategori NVA (*Not Valuable Added*). Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, hasil yang didapat dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi yang tepat guna memperbaiki kinerja terminal petikemas.

Berdasarkan hasil analisa yang didapatkan bahwa pola peletakkan petikemas didasarkan oleh ukuran petikemas dan tujuan kapal. Pola peletakkan petikemas didasarkan pada berat *heavy* dimana petikemas akan diletakkan paling bawah. Dari proses tersebut, dapat dilihat bahwa adanya proses *unnecessary shifting* dimana adanya pembongkaran kembali untuk meletakkan petikemas di paling bawah. Suatu *improvement* mengenai penataan yaitu dengan mengatur petikemas sesuai berat. Penumpukan suatu area akan diberikan penumpukan dengan berat yang sama. Hal ini bertujuan untuk mengurangi perpindahan yang tidak diperlukan. Pengurangan tersebut dapat dilihat dari total waktu yang dibutuhkan pada kondisi awal dengan kondisi setelah *improvement*. Keadaan awal memerlukan waktu sekitar 37,4 jam sedangkan setelah *improvement* hanya membutuhkan waktu 17,3 jam.

**Kata Kunci : BPM, DMAIC, Muat**

# **ANALYSIS IF THE DEPLOYMENTOF THE CONTAINER TO THE SHIP’S MOORING AND CONTAINER YARD DEPLOYMENT PATTERNS**

**Name** : Christina Agustin Dwi Woro P.  
**NRP** : 0211134000062  
**Departement** : Mechanical Engineering  
**Research Supervisor** : Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.

## *ABSTRACT*

*Container terminals have an important role in moving containers from ship to shore or vice versa. However, currently the process efficiency shows a low performance of 72%. The low performance is due to the waiting time for loading and unloading containers from the ship to the Container Yard (CY) or vice versa. The results of the previous research stated that several factors that cause waste in the terminal performance process as a whole are related to work processes, namely in the scheduling, management, human error and tools / facilities sections. Therefore, this research aims to find out how the container and ship laying forms can improve the performance of container terminals.*

*In this research, the method will be used Lean Six Sigma. The analysis will begin with making BPM (Big Picture Mapping) then proceed with DMAIC. The first step of working on this method is to create a Process Activity Mapping (PAM) by grouping activities that have the NVA (Not Valuable Added) category. After these steps have been taken, the results obtained, can be used to provide appropriate recommendations to improve the performance of container terminals.*

*Based on the results of the analysis, it was found that the container laying pattern was based on the size of the containers and the destination of the ship. The container laying pattern is based on the weight (heavy) where the container will be placed at the bottom. From this process, it can be seen that there is a unnecessary shifting process where there is re-unloading to put the containers at the bottom. An improvement regarding structuring is by arranging containers according to weight. The heap of an area will be given a heap with the same weight. This aims to reduce unnecessary displacement. This reduction can be seen from the total time required in the initial conditions with the conditions after the improvement. The initial state takes about 37,4 hours, while after improvement it only takes 17.3 hours.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan tuntunan-Nya penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana Teknik Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua tercinta dan tersayang, Agustinus Suwardi dan Maria Magdalena Mardianti yang selalu memberikan *support* dan doa yang tak terhingga
2. Kakak tersayang, Angela Merichi Dian Krisna Sari, yang selalu sabar dan memberikan masukan
3. Bapak Ir. Witantyo, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam kesabaran
4. Bapak Suwarno. ST. M.Sc., Bapak Ari Kurniawan Saputra, S.T., MT, Bapak Fahmi Mubarak, ST, M.Sc., PhD selaku dosen penguji
5. Ibu Vivien Suphandani, ST, M.Eng.Sc. PhD. Selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama perkuliahan
6. Segenap dosen dan karyawan Departemen Teknik Mesin yang telah membantu penulis atas pengetahuan dan pembelajaran yang telah diberikan
7. Teman seperjuangan dan seperbimbingan, Royan, Rosi, Firdaus, Arche yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam penulisan Tugas Akhir ini

8. Sahabat tersayang, Angel, Dea, Febe, Siska, Rere, Yola, dan Yovita yang selalu menyemangati, memberikan dukungan dan doa
9. Teman-teman Lab Rekayasa Sistem Industri
10. Keluarga Angkatan M56 yang selalu mengingatkan, memberikan dukungan, dan doa dalam hal kebaikan sejak awal perkuliahan hingga sekarang
11. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	11
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	14
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	16
<b>BAB I</b> .....	18
<b>PENDAHULUAN</b> .....	18
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	18
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	19
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	19
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	20
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	20
<b>BAB II</b> .....	21
<b>DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	21
<b>2.1 Dasar Teori</b> .....	21
2.1.1 Petikemas .....	21
2.1.2 Operasi Bongkar Muat .....	25
2.1.3 Sistem Penanganan Petikemas di Container Yard .....	29
2.1.4 Konsep dasar <i>Lean Six Sigma</i> .....	33
<b>2.2 Tinjauan Pustaka</b> .....	43
<b>BAB III</b> .....	46
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	46
<b>3.1 Diagram Alur Penelitian</b> .....	46
<b>3.2 Metodologi Penelitian</b> .....	48
3.2.1 Studi Pendahuluan .....	48
3.2.2 Rumusan Masalah .....	48
3.2.3 Tujuan Penelitian .....	48
3.2.4 Studi Pustaka .....	48
3.2.5 Pengumpulan Data .....	49
3.2.6 Pengolahan Data .....	49
3.2.7 Kesimpulan dan Saran .....	50

<b>BAB IV .....</b>	<b>51</b>
<b>PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>51</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>82</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>82</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>82</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>82</b>
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>83</b>

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Layout Terminal Petikemas.....	19
Gambar 2.1 Metode <i>Sea Land</i> .....	24
Gambar 2.2 Metode <i>Mattson</i> .....	25
Gambar 2.3 <i>Harbour Mobile Crane</i> (HMC).....	27
Gambar 2.4 <i>Transtainer/ Rubber Tyred Gantry</i> (RTG).....	28
Gambar 2.5 <i>Container forklift</i> .....	28
Gambar 2.6 <i>Reach stacker</i> .....	29
Gambar 2.7 <i>Big Picture Mapping icon</i> .....	37
Gambar 2.8 <i>Big Picture Mapping</i> .....	39
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	47
Gambar 4.1 Proses bongkar-muat petikemas .....	59
Gambar 4.2 Proses bongkar petikemas .....	59
Gambar 4.3 Proses muat petikemas .....	60
Gambar 4.4 <i>Free Body Diagram</i> arah gaya petikemas 40ft <i>heavy</i> .....	70
Gambar 4.5 <i>Free Body Diagram</i> arah gaya petikemas 40ft <i>light</i> .....	73
Gambar 4.6 <i>Free Body Diagram</i> arah gaya petikemas 20ft <i>heavy</i> .....	76
Gambar 4.7 <i>Free Body Diagram</i> arah gaya petikemas 20ft <i>light</i> .....	79

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Aktivitas di Terminal .....	53
Tabel 4.2 Pengambilan Data Lapangan .....	62
Table 4.3 Ukuran Petikemas .....	64
Table 4.4 Berat Petikemas.....	65
Tabel 4.5 Perhitungan waktu muat petikemas.....	67
Tabel 4.6 Perhitungan waktu muat petikemas setelah dilakukan <i>improve</i> .....	69



*(halaman sengaja dikosongkan)*

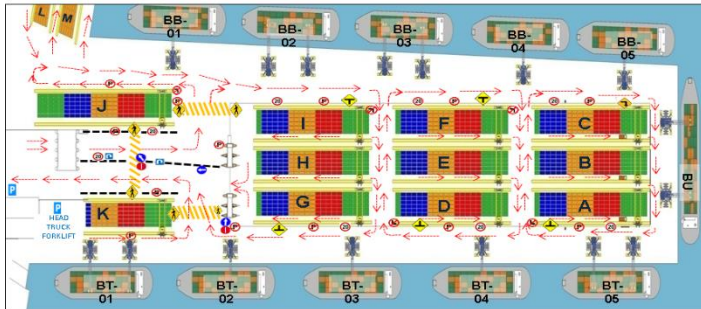
# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim dan kepulauan menggunakan laut sebagai salah satu moda transportasi, tidak hanya sebagai transportasi manusia namun juga sebagai moda transportasi pengangkutan barang. Oleh sebab itu pelabuhan memiliki peran penting untuk menunjang kegiatan tersebut agar dapat berjalan dengan baik. Pelabuhan memiliki tempat bongkar muat barang atau yang biasa disebut dengan terminal petikemas. Terminal ini dikhususkan untuk bongkar muat petikemas. Terminal memiliki peran penting dalam pemindahan petikemas dari kapal ke darat ataupun sebaliknya.

Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa nilai ET:BT pada tahun 2018 menunjukkan kinerja yang rendah yaitu sebesar 72%. Rendahnya kinerja ini disebabkan adanya waktu tunggu proses bongkar muat petikemas dari kapal ke *Container Yard* (CY) atau sebaliknya. Hasil dari penelitian sebelumnya disebutkan bahwa beberapa faktor penyebab waste pada proses kinerja terminal secara menyeluruh mengenai proses kerja yaitu pada bagian penjadwalan, management, human error dan alat/fasilitas.

Pada terminal petikemas, terdapat tiga dermaga besar yaitu bagian timur, utara dan barat dimana masing-masing dermaga terdapat beberapa tambatan kapal yang dapat dilihat pada gambar 1.1. Selain dermaga, CY juga dibagi beberapa blok untuk penempatan petikemas. Proses bongkar muat dapat dilihat dari proses pengambilan petikemas dari CY ke kapal atau sebaliknya. Pembagian blok di CY harus disesuaikan dengan letak dari tambatan kapal. Semakin jauh peletakan petikemas, semakin lama waktu tunggu proses bongkar muat. Namun pada terminal petikemas, proses penataan petikemas kurang optimal sehingga terjadi waktu tunggu pada proses bongkar muat.



Gambar 1.1 Layout Terminal Petikemas

Untuk meningkatkan kinerja terminal, pelabuhan harus melakukan suatu kajian tentang pola peletakan petikemas di CY agar kegiatan bongkar muat dapat berjalan lebih cepat dari sebelumnya. Kajian menyeluruh tersebut mencakup bagian proses alur masuk keluarnya *truck* hingga pola peletakan petikemas. Maka dari itu, terminal petikemas memerlukan proses *improvement* untuk mewujudkan hal tersebut.

## 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dijadikan objek penelitian adalah

1. Bagaimana proses dan pola dalam peletakan petikemas terhadap peletakan kapal di tambatan?
2. Bagaimana cara penataan pola yang baik untuk peletakan petikemas di *Container Yard (CY)*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah

1. Pelabuhan yang digunakan adalah terminal petikemas di Surabaya
2. Data yang digunakan adalah data historis tahun 2018
3. Data yang dikaji merupakan proses kerja terminal petikemas
4. Proses muat petikemas

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis proses dan pola dalam peletakan petikemas terhadap peletakan kapal di tambatan
2. Memberikan cara penataan pola yang baik untuk peletakan petikemas di *Container Yard (CY)*

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui proses dan pola penataan petikemas yang baik pada proses bongkar muat
2. Membantu mengoptimalkan luas CY untuk mendukung proses kinerja terminal petikemas
3. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja terminal petikemas

## **BAB II**

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

#### **2.1 Dasar Teori**

##### **2.1.1 Petikemas**

###### **2.1.1.1 Definisi Petikemas**

Petikemas (*container*) adalah satu kemasan yang dirancang secara khusus menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada di dalamnya. Filosofi dibalik petikemas adalah membungkus muatan dalam peti-peti yang sama dan membuat semua kendaraan dapat mengangkutnya sebagai satu kesatuan, baik kendaraan itu berupa kapal laut, kereta api, truk atau angkutan lainnya, dan dapat membawanya secara cepat, aman dan efisien atau bila mungkin, dari pintu ke pintu (Lasse, 2012). Sedangkan menurut Muhammad Arief Yulianto dan Benny Agus Setiono (2013) petikemas adalah satu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada di dalamnya. Pengoperasian petikemas dapat berjalan dengan baik apabila semua pihak yang terlibat dapat menyetujui agar ukuran-ukuran petikemas harus sama dan sejenis sehingga mudah dalam hal pengangkutan.

Menurut Soedjono (1983), dalam bukunya yang berjudul *Sarana-Sarana Penunjang Pengangkutan Laut*, ia menjelaskan bahwa petikemas memiliki jenis yang beragam mulai dari ukuran, bentuk, suhu, dan lainnya sesuai dengan muatan yang dibawa di dalam petikemas tersebut. Keragaman jenis petikemas menjadikan proses pengemasan barang pada petikemas dapat terjaga dengan baik karena setiap petikemas tersebut sudah disesuaikan dengan muatan yang diangkut serta jarak yang akan ditempuh dalam proses pengiriman barang. Hal ini membuat bisnis pengiriman barang dengan menggunakan petikemas menjadi berkembang dan diprediksi akan meningkat dari tahun ke tahun. Berikut adalah jenis petikemas yang terbagi menjadi 6 kelompok yaitu:

1. *General Cargo*

*General cargo container* adalah petikemas yang dipakai untuk mengangkut muatan umum. *Open-top container, open-side container, ventilated container* serta *general purpose container* termasuk ke dalam *general cargo*.

2. *Thermal*

*Thermal container* adalah petikemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk muatan tertentu. *Heated container, refer container, insulated container* termasuk ke dalam jenis *thermal container*.

3. *Tank*

*Tank container* adalah tangki yang ditempatkan dalam kerangka petikemas yang dipergunakan untuk muatan cair (*bulk liquid*) maupun gas (*bulk gas*).

4. *Dry bulk*

*Dry bulk container* adalah *general purpose container* yang dipergunakan khusus untuk mengangkut muatan curah (*bulk cargo*). Untuk memasukkan atau mengeluarkan muatan tidak melalui pintu depan seperti biasanya, tetapi melalui lubang di bagian atas untuk memasukkan muatan dan lubang atau pintu dibagian bawah untuk mengeluarkan muatan (*gravity discharge*).

5. *Platform*

*Platform container* adalah petikemas yang terdiri dari lantai dasar. Petikemas yang termasuk ke dalam jenis ini adalah *flat track container* dan *platform based container*.

6. *Specials*

*Special container* adalah petikemas yang khusus dibuat untuk muatan tertentu seperti petikemas untuk muatan ternak (*cattle container*) atau muatan kendaraan (*car container*).

### 2.1.1.2 Terminal Petikemas

Terminal petikemas adalah fasilitas dimana dilakukan pengumpulan petikemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun TPK yang lebih besar lagi (Lasse, 2016). Selain itu terminal petikemas juga dapat diartikan sebagai tempat perpindahan moda (*interface*) angkutan darat dan angkutan laut petikemas merupakan suatu area terbatas (*districted area*) mulai dari petikemas diturunkan dari kapal sampai dibawa keluar pintu pelabuhan. Terminal petikemas juga merupakan suatu terminal di pelabuhan yang khusus melayani kegiatan bongkar muat petikemas. Terminal bertanggungjawab terhadap pemindahan petikemas dari moda transportasi darat ke laut atau sebaliknya.

Aktivitas bongkar muat petikemas seringkali menemui beberapa kendala yang merupakan faktor dari luar seperti terlambatnya kapal masuk pelabuhan ataupun terlambatnya petikemas masuk ke terminal. Hal-hal seperti ini biasa disebabkan oleh cuaca, kondisi pasang-surut, kecelakaan ataupun macet (Naurah, 2019). Semua faktor merupakan faktor-faktor dari luar yang tidak dapat diprediksi sebelumnya. Hal ini dapat menghambat kelancaran kegiatan bongkar muat petikemas.

Untuk tata letak pada pelabuhan/petikemas dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. *Berth apron*

Tempat dimana kapal dapat bersandar serta peralatan bongkar muat diletakkan.

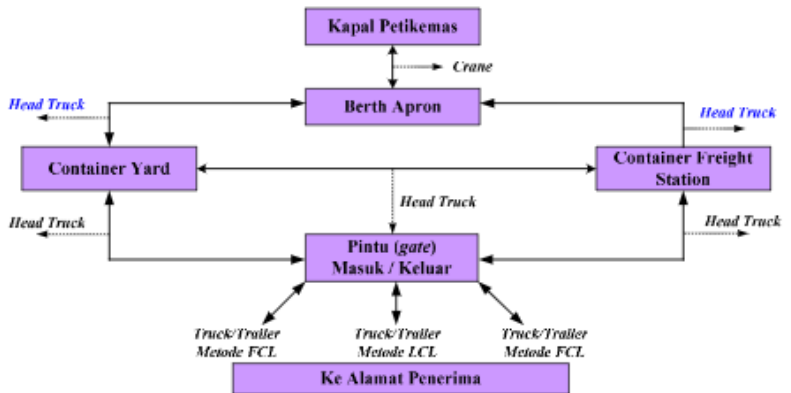
b. *Container Yard (CY)*

Tempat penumpukan petikemas yang akan dibawa ke dalam kapal. Lapangan ini berada di daratan dan permukaannya diberi perkerasan agar dapat mendukung beban berat dari petikemas dan peralatan pengangkatnya

Selain itu juga terdapat beberapa cara pengangkutan petikemas selama berada di terminal yaitu:

1) *Metode Sea Land*

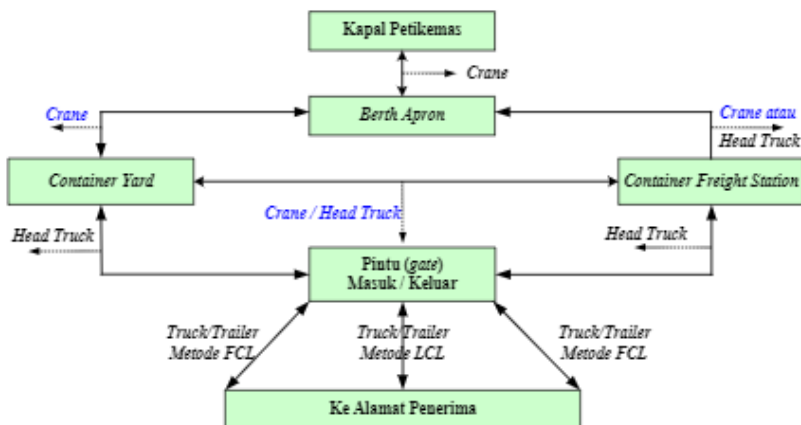
Metode ini merupakan metode pengangkatan petikemas menggunakan *truck trailer*. Petikemas dari kapal diangkat oleh *crane* dan dipindahkan ke *truck trailer* dan dibawa ke lapangan penumpukan untuk diletakkan berjejer bukan ditumpuk. Metode ini membutuhkan *Container Yard (CY)* yang luas namun sedikit menggunakan operator.



Gambar 2.1 Metode *Sea Land*  
(Supriyono, 2010)



- 2) Metode *Mattson*  
 Bila merujuk pada metode ini, petikemas diangkut dengan menggunakan *crane* untuk kemudian disusun. Metode ini menggunakan *crane* yang lebih banyak dari pada *trailer* sehingga CY yang dibutuhkan lebih kecil.



Gambar 2.2 Metode *Mattson*  
 (Supriyono, 2010)

### 2.1.2 Operasi Bongkar Muat

Bongkar muat dapat diartikan sebagai pemindahan muatan dari dan ke atas kapal untuk ditimbun ke dalam atau langsung diangkut ke tempat pemilik barang dengan melalui dermaga pelabuhan dengan mempergunakan alat pelengkap ongkar muat, baik yang berada di dermaga maupun yang berada di kapal (Sudjatmiko, 2007). Sedangkan menurut Badudu dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (2001), Bongkar diterjemahkan sebagai: Bongkar berarti mengangkat, membawa semua isi sesuatu, mengeluarkan semua atau memindahkan. Pengertian Muat: berisi, pas, cocok, masuk ada didalamnya, dapat berisi, memuat, mengisi, kedalam, menempatkan. Pembongkaran merupakan suatu

pemindahan barang dari suatu tempat ke tempat lain dan bisa juga dikatakan suatu pembongkaran barang dari kapal ke dermaga, dari dermaga ke gudang atau sebaliknya dari gudang ke gudang atau dari gudang ke dermaga baru diangkut ke kapal.

Menurut R.P Suyono (2005) dalam bukunya yang berjudul *Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*, pelaksanaan bongkar muat dibagi dalam 3 (tiga) kegiatan, yaitu:

- a) *Stevedoring*  
*Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/ tongkang/ truk atau memuat barang dari dermaga/ tongkang/ truk ke dalam kapal sampai dengan tersusun ke dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat atau bongkar muat lainnya.
- b) *Cargodoring*  
*Cargodoring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali atau jala-jala di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang atau lapangan penumpukan kemudian selanjutnya disusun di gudang atau lapangan penumpukan atau sebaliknya.
- c) *Receiving* atau *Delivery*  
*Receiving* atau *delivering* adalah pekerjaan memindahkan barang dari tempat penumpukan di gudang atau lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun di atas kendaraan di pintu gudang atau lapangan penumpukan atau sebaliknya.

#### 2.1.2.1 Peralatan Bongkar Muat

Untuk membantu kelancaran proses bongkar muat, maka dibutuhkan beberapa alat berat sebagai alat bantu untuk proses bongkar muat. Alat bantu tersebut antara lain:

1. *Harbour Mobile Crane* (HMC)  
*Harbour Mobile Crane* (HMC) merupakan alat bongkar muat yang memiliki kelebihan *mobile* (berpindah-pindah tempat). Prinsip kerja alat ini adalah

mengambil muatan dari kapal untuk diturunkan ke dermaga/ langsung ke *chasis head truck* atau sebaliknya. HMC dianggap tepat digunakan untuk dermaga yang areanya tidak cukup luas karena tidak memerlukan *space* yang terlalu besar dibanding *gantry crane*, selain itu HMC dapat dipindah-pindah. *Hook cycle* alat ini adalah 15 sampai 20 box tiap jam. *Hook cycle* adalah waktu yang diperlukan dalam proses pekerjaan bongkar muat kapal dihitung dari *spreader* disangkutkkan pada muatan diangkat untuk dipindahkan ke tempat yang berlawanan di dermaga atau kapal.



Gambar 2.3 *Harbour Mobile Crane (HMC)*  
([www.jcfcnow.com/industry/ports](http://www.jcfcnow.com/industry/ports))

2. *Transtainer/ Rubber Tyred Gantry (RTG)*  
*Rubber Tyred Gantry (RTG)* merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur tumpukan petikemas, memindahkan petikemas dari arah depan ke belakang. Prinsip kerjanya adalah mengambil petikemas pada tumpukan kemudin diletakkan ke *chasis head truck* atau sebaliknya, dan memindahkan petikemas dari tumpukan datu ke tumpukan lainnya.



Gambar 2.4 *Transtainer/ Rubber Tyred Gantry (RTG)*  
(<http://sk-group.com.sg>)

3. *Container Forklift*

*Container forklift* atau yang biasa disebut *truck* garpu angkat yang khusus digunakan untuk mengangkat petikemas. Bentuknya tidak berbeda dengan *forklift truck* namun daya angkatnya jauh lebih besar dan jangkauannya cukup tinggi supaya dapat mengambil petikemas dari susunan tiga atau empat *tier*.



Gambar 2.5 *Container forklift*  
(<https://www.kalmar.nl>)

#### 4. *Reach Stacker*

*Reach stacker* merupakan salah satu alat berat yang digunakan untuk menangani petikemas di pelabuhan. Alat ini mampu mengangkat petikemas jarak pendek dengan sangat cepat dan menumpuknya di berbagai baris. Kelebihan dari *reach stacker* dibandingkan dengan forklift adalah lebih fleksibel.



Gambar 2.6 *Reach stacker*  
([www.konecranes.com.au](http://www.konecranes.com.au))

#### 5. *Container Spreader*

Alat bantu bongkar muat petikemas ini berupa kerangka baja segiempat yang dilengkapi pena pengunci pada bagian bawah keempat sudutnya dan digantung pada kabel baja dari HMC, *container forklift*, *reach stacker*, dan RTG.

### 2.1.3 Sistem Penanganan Petikemas di Container Yard

Triatmodjo (2010) dalam Perencanaan Pelabuhan menjelaskan bahwa pemindahan petikemas dari kapal ke lapangan penumpukan peti kemas atau *container yard* dan sebaliknya dari lapangan penumpukan ke kapal dilakukan dengan menggunakan berbagai peralatan. Tata letak peti kemas di lapangan penumpukan

tergantung pada sistem penanganan petikemas yang digunakan. Selain itu, setiap alat memiliki ukuran yang berbeda sehingga memerlukan lebar jalur yang berbeda dalam beroperasi. Berdasarkan pada peralatan yang digunakan di container yard, sistem penanganan petikemas dapat dibedakan menjadi 4 (empat) tipe berikut ini.

a) Sistem Chasis

Pada sistem ini peti kemas ekspor diletakkan di atas Chasis dan ditempatkan di lapangan penumpukan (*container yard*). Petikemas dan chasis-nya ditarik oleh traktor menuju ke dermaga dan kemudian quai gantry crane mengangkat petikemas dari chasis dan memasukkannya ke dalam kapal. Selanjutnya quai gantry crane mengambil petikemas dari kapal dan menempatkannya di atas chasis yang masih berada di dermaga. Kemudian traktor membawanya kembali ke *container yard*. Sistem ini memungkinkan petikemas dapat diambil setiap saat karena petikemas tidak ditumpuk. Sistem chasis cocok untuk pengiriman door to door. Selain itu jumlah muatan yang rusak dapat dikurangi karena petikemas tidak sering diangkat. Tetapi sistem ini memiliki kekurangan yaitu diperlukan lapangan yang luas dan chasis dalam jumlah yang banyak.

b) Sistem Fork Lift *Truck*

Pada sistem ini petikemas dari lapangan penumpukan dimuat ke atas tractor-trailer dan dibawa ke dermaga, yang kemudian diangkat oleh quai gantry crane dari tractor-trailer dan dimasukkan ke dalam kapal. Selanjutnya quai gantry crane mengambil petikemas dari kapal dan menempatkannya di atas tractor-trailer yang masih berada di dermaga, dan membawanya ke *container yard*. Penanganan peti kemas di *container yard* dapat dilakukan dengan menggunakan *forklift truck*,

*reach stacker* dan/atau *side loader*. Peralatan tersebut dapat menumpuk petikemas bermuatan penuh dengan ketinggian susun sampai 2 (dua) atau 3 (tiga) tumpukan. Petikemas kosong bisa disusun sampai 4 (empat) susun. Untuk dapat menahan beban petikemas dalam beberapa tumpukan, maka lapangan penumpukan perlu diperkeras untuk dapat menahan beban. Pada sistem ini terdapat gang cukup lebar untuk memungkinkan peralatan dapat bergerak dengan lancar. Lapangan penumpukan untuk petikemas ukuran 40 kaki diperlukan jalan dengan lebar 18 m, sedangkan untuk petikemas 20 kaki diperlukan jalan lebar 12 m. Penanganan petikemas dengan sistem forklift dan *reach stacker* ini adalah yang paling ekonomis dan untuk terminal kecil. Forklift digunakan untuk terminal yang menangani sekitar 60.000-80.000 TEU's per tahun, sedangkan *reach stacker* untuk penanganan petikemas pada terminal dengan kapasitas sekitar 200.000 TEU's sampai 300.000 TEU's. Biasanya 1 (satu) quai gantry crane dilayani oleh 3-5 tractor-trailer dan 2 (dua) *reach stacker*. Jumlah tractor-trailer tergantung pada jarak antara dermaga dan container yard dengan kapasitas penumpukan yang relatif rendah yaitu sekitar 500 TEU's/Ha dengan penyusunan sekitar 4 (empat) tumpukan.

c) Sistem *Straddle Carrier*

Penanganan petikemas dengan sistem *straddle carrier* banyak digunakan pada lapangan penumpukan petikemas (*container yard*). Petikemas yang dibongkar dari kapal diletakkan di apron yang kemudian diangkut dengan menggunakan *straddle carrier* ke *container yard* untuk ditata dalam 2 (dua) atau 3 (tiga) tumpukan. Pada saat petikemas ekspor datang, petikemas tersebut diterima di *container*

*yard* dan *straddle carrier* memindahkannya dari chasis-nya menuju ke tempat penyimpanan di atas tanah atau di atas petikemas lainnya jika penyimpanan dilakukan dalam tumpukan. Apabila petikemas akan dikapalkan, *straddle carrier* memindahkan petikemas pada chasis yang ditarik traktor dan membawanya ke dermaga untuk dinaikkan ke kapal oleh gantry crane. Apabila petikemas siap untuk dikirim ke penerima barang *straddle carrier* menempatkannya pada truk trailer yang membawanya keluar pelabuhan. Kelebihan dari sistem *straddle carrier* ini adalah dimungkinkan menyimpan petikemas dalam tumpukan sampai 3 (tiga) tumpukan sehingga dapat mengurangi luas lapangan penumpukan. Sedangkan kekurangannya adalah pada setiap pemindahan petikemas diperlukan kembali mengangkut petikemas ke truck trailer. Sistem *straddle carrier* digunakan pada terminal yang melayani petikemas sebanyak lebih dari 100.000 TEU's per tahun. Biasanya 1 (satu) gantry crane dilayani oleh 3 (tiga) sampai 5 (lima) *straddle carrier*. Produktifitas *straddle carrier* adalah sekitar 10 gerakan (moves)/jam.

d) Sistem *Rubber Tyred Gantry Crane*

Pada sistem ini quai gantry crane menurunkan petikemas dari kapal dan dimuat di atas tractor trailer yang kemudian membawanya ke salah satu blok pada lapangan penumpukan petikemas. Selanjutnya rubber tyred gantry crane (RTGC) menyusun petikemas dalam 6 (enam) sampai 9 (sembilan) baris dan penumpukan sampai 5 (lima) atau 6 (enam) tingkat. Tidak diperlukan gang yang lebar, sehingga pemakaian lapangan dapat lebih efektif. Sistem ini digunakan pada terminal yang



melayani lebih dari 200.000 TEU's/tahun, 1 (satu) quai gantry crane dilayani oleh 2-3 trailer tractor dan 2 (dua) RTGC, yang tergantung pada jarak antara dermaga dan lapangan penumpukan. Kapasitas penumpukan tertinggi yaitu sekitar 800 TEU's/Ha dengan penyusunan sekitar 4 (empat) tumpukan.

#### **2.1.4 Konsep dasar *Lean Six Sigma***

*Lean Six Sigma* merupakan perbaikan berbasis data yang didorong oleh fakta yang menilai pencegahan cacat dari deteksi cacat. Cara ini dapat mendorong kepuasan pelanggan dan hasil garis bawah dengan mengurangi variasi, pemborosan, dan waktu siklus, bersamaan dengan promosi penggunaan standarisasi kerja dan aliran, sehingga dapat menciptakan keunggulan yang kompetitif. Menurut APICS *dictionary Lean* didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimisasi penggunaan sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan. Sedangkan untuk pengertian *Six Sigma* sendiri adalah usaha yang terus menerus untuk mengurangi pemborosan, menurunkan variasi, dan mencegah cacat. *Six Sigma* merupakan sebuah konsep bisnis yang berusaha untuk menjawab permintaan pelanggan terhadap kualitas yang terbaik dan proses bisnis yang tanpa cacat.

##### **2.1.3.1 *Lean***

*Lean* merupakan suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus menerus *customer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap

*waste (the value-to-waste ratio)*. Pada prakteknya, jika *Lean* ini berhasil diterapkan pada keseluruhan perusahaan, maka perusahaan tersebut bias dikategorikan sebagai *Lean Enterprise*, bila diterapkan pada *manufacturing* maka bias disebut sebagai *Lean Manufacturing*, dan lain sebagainya.

Menurut Gasperz (2011) dalam bukunya yang berjudul “*Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*” ia menjelaskan, *waste* yang hendak dihilangkan pada perspektif *lean* terbagi menjadi dua hal utama yaitu *type one waste* dan *type two waste*. *Type one waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas tersebut tidak dapat dihilangkan karena beberapa alasan. Misalnya, pengawasan terhadap aktivitas orang, merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah berdasarkan perspektif *Lean*, namun hal tersebut masih dibutuhkan dikarenakan orang tersebut baru direkrut untuk mengerjakan hal tersebut. *Waste* ini biasanya disebut sebagai *incidental activity* atau *incidental work*. Jenis *waste* yang berikutnya adalah *Type Two Waste*, merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Misalkan, menghasilkan cacat produk (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*). *Type Two Waste* ini sering disebut *waste* saja karena merupakan pemborosan dan harus diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Dari dua tipe pemborosan (*waste*) di atas, kita akan lebih berfokus pada *waste* tipe kedua atau *Type Two Waste*, dimana pemborosan jenis ini harus ditemukan penyebabnya (*root cause*) dan dihilangkan segera. Dari pemborosan tipe dua ini *waste* dibagi lagi menjadi tujuh bagian. Sutherland dan Bennet (2007) mendefinisikan 7 jenis *waste* tersebut yaitu:

1. *Overproduction* (Produksi melebihi demand)

Memproduksi barang lebih banyak dari yang diperlukan atau melebihi *demand*, membuat produk lebih dini dari yang diperlukan pada proses selanjutnya atau memproduksi lebih cepat dari waktu yang ditetapkan.

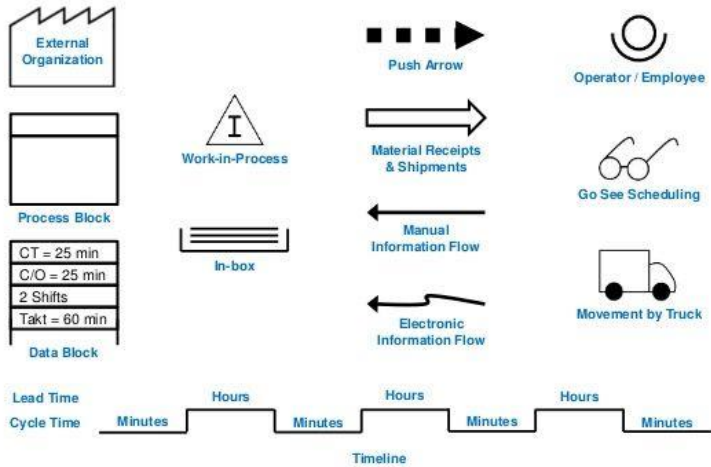
2. *Delay/ Waiting* (Waktu menunggu proses berikutnya)  
Keterlambatan yang disebabkan dari antrian material, mesin, peralatan, perawatan/pemeliharaan, dan lainnya. Hal tersebut menghabiskan banyak waktu untuk menunggu untuk proses pengolahan.
3. *Transportation* (Transportasi yang tidak perlu)  
Memindahkan material atau orang dalam jarak yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikutnya, yang menyebabkan waktu penanganan material bertambah.
4. *Space* (Ruangan yang tidak optimal)  
Penggunaan ruangan dengan kurang optimal. Dapat dimisalkan dengan penggunaan ruangan untuk gudang.
5. *Inventory* (Persediaan berlebih)  
Jumlah material, barang dalam proses, atau barang jadi yang berlebih menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluarsa, keterlambatan, barang rusak, dan peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan.
6. *Motion Waste* (Gerakan yang tidak perlu)  
Setiap pergerakan dari orang atau mesin yang tidak menambah nilai kepada barang dan jasa yang akan diberikan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu
7. *Error* (Terjadi kesalahan)  
Segala aktivitas yang menyebabkan pengerjaan ulang terdapat penyesuaian yang tidak perlu. Untuk dapat mengaplikasikan konsep *Lean* dalam suatu perusahaan, perusahaan tersebut haruslah paham betul apa saja kebutuhan dari konsumen dan apa saja yang diinginkan oleh konsumen (pangsa pasar). Dari analisa yang telah dilakukan maka perusahaan dapat meningkatkan performa dengan selalu melakukan improvisasi sehingga dapat dilihat perbedaan hasil dari setiap pembaharuan sistem.

### 2.1.3.2 *Big Picture Mapping*

*Big Picture Mapping* adalah *tools* yang digunakan untuk menggambarkan system secara keseluruhan serta *value stream* yang terjadi pada perusahaan. *Big Picture Mapping* merupakan langkah awal yang dapat dilakukan untuk membantu manajemen mengenali *waste* dan mengidentifikasi penyebab dari *waste*. Metode visualisasi lintasan produksi dari sebuah produk, termasuk aliran material dalam sebuah *big picture mapping* perusahaan, yang nantinya akan membantu manajemen, karyawan, *supplier* serta pelanggan untuk mengenali *waste*, mengetahui letak *waste* dalam aliran produksi perusahaan termasuk didalamnya aliran informasi dan material serta mengidentifikasi penyebab *waste* tersebar (Hines dan Taylor, 2000). *Big picture mapping* adalah *tools* yang berfungsi membantu perusahaan supaya dapat melihat aliran nilai produksi secara visual, melihat *waste* yang ada, membantu dalam pemilihan tim implementasi, mengaitkan aliran informasi dan aliran fisik.

Pembuatan *big picture mapping* diperlukan sebagai tahap awal sebelum perusahaan membuat detail *mapping* terhadap *core process* perusahaan untuk memberikan pemahaman mengenai system pemenuhan order secara keseluruhan beserta *value stream*. *Big picture mapping* merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara menyeluruh beserta *value stream* yang ada di perusahaan sehingga dapat diketahui aliran informasi dan fisik dalam sistem, *lead time* yang dibutuhkan dari tiap proses yang terjadi.

## Basic Mapping Symbols



16

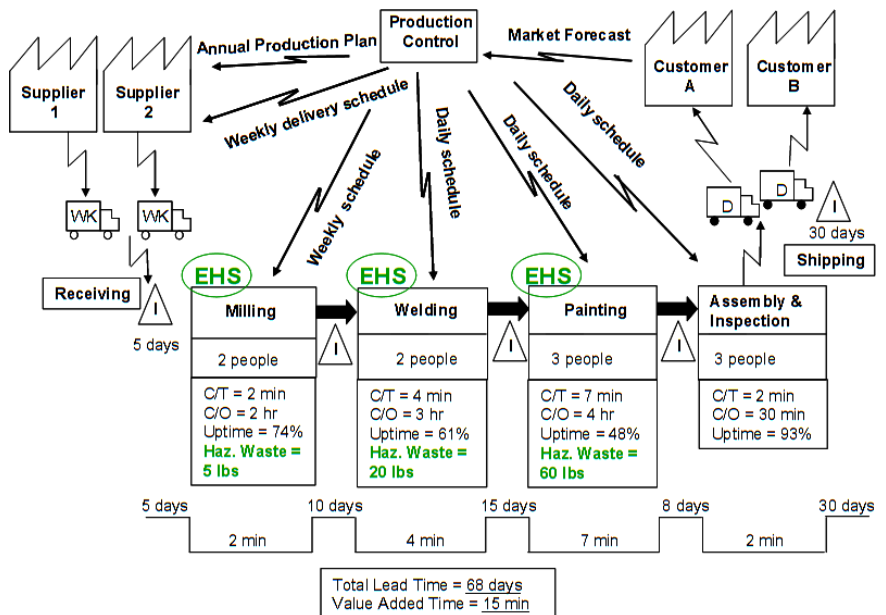
Gambar 2.7 *Big Picture Mapping icon*  
(Hines dan Taylor, 2000)

Ada lima langkah yang diperlukan dalam membuat *big picture mapping* guna memetakan aliran produk secara fisik, yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan  
Langkah ini digunakan untuk mengidentifikasi serta menggambarkan keseluruhan kebutuhan *customer* berisi produk yang diminta pelanggan, jumlah produk yang diinginkan, berapa produk yang dikirimkan dalam suatu waktu, berapa sering pengiriman dilakukan, dan pengemasan yang dibutuhkan serta jumlah produk yang disimpan demi keperluan pelanggan.
2. Menambahkan aliran informasi yang melintasi proses

Menggambarkan aliran informasi dari peanggan menuju *supplier* antara lain: peramalan dan informasi pembatalan *supplier* oleh pelanggan, organisasi atau departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai di proses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.

3. Menambahkan aliran fisik pada peta tersebut  
Aliran fisik yang digambarkan dapat berupa aliran material atau produk dalam perusahaan, berapa lama waktu yang dibutuhkan, di titik mana dilakukan inventori, di titik mana dilakukan proses inspeksi dan berapa tingkat *defect*, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam per hari tiap stasiun kerja melakukan pekerjaan, waktu perpindahan di stasiun kerja, dimana inventori diadakan dan berapa banyak, serta titik *bottleneck* yang terjadi.
4. Menghubungkan aliran fisik dan informasi  
Hubungkan semua aliran fisik dan informasi yang dapat memberikan informasi jadwal yang digunakan, instruksi kerja yang dihasilkan, dari dan untuk apa informasi dan instruksi dikirim, serta kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.
5. Melengkapi peta dengan informasi mengenai *lead time* dan *value adding time* dari keseluruhan proses. Informasi kemudian ditempatkan di bagian bawah peta.



Gambar 2.8 Big Picture Mapping  
(Hines dan Taylor, 2000)

### 2.1.3.3 Six Sigma

*Six Sigma* adalah usaha yang dilakukan secara terus menerus untuk mengurangi pemborosan, menurunkan variasi, dan mencegah cacat. *Six sigma* merupakan sebuah konsep bisnis yang berusaha untuk menjawab permintaan pelanggan terhadap kualitas yang terbaik dan proses bisnis yang tanpa cacat. Kepuasan pelanggan dan peningkatannya menjadi prioritas tertinggi, dan *six sigma* berusaha menghilangkan ketidakpastian pencapaian tujuan bisnis (Rudi, 2010). Menurut Gasperz (2011) *six sigma* mempunyai dua arti yaitu *six sigma* sebagai filosofi manajemen dan sebagai system pengukuran. Fokus analisis dari *six sigma* adalah

- Pengurangan *cycle time*
- Pengurangan jumlah produk cacat

- Kepuasan pelanggan

Konsep *six sigma* mempunyai pengaruh besar terhadap kepuasan konsumen dan pengaruh yang signifikan pada *bottom line*. Proyek ini didefinisikan secara jelas dalam hal *expected key deliverables* yaitu DPMO level atau *sigma quality levels*, *RYT*, *quality cost*, serta yang lainnya. Dalam proses pendekatan secara keseluruhan ini, masalah nyata akan diterjemahkan dalam bentuk data statistic. Hal ini dilakukan dengan pemetaan proses.

Upaya peningkatan menuju target *six sigma* dapat dilakukan dengan dua metodologi yaitu:

1. *Six sigma (define, measure, analyze, mprovement, control)*

DMAIC merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada. Metode ini lebih menekankan pada penemuan kesalahan pada proses atau produk yang ada kemudian secara strategis melakukan perbaikan terhadap kesalahan yang ada menuju target *Six Sigma*.

2. *Design fir six sigma (define, measure, analyze, design, verivy)*

DMADV digunakan untuk mendesain proses baru dan atau design produk baru dengan cara sedemikian rupa agar dapat menghasilakna *zero defect*.

Pada kajian ini, metode yang lebih cocok untuk digunakan adalah metode DMAIC. Dalam metode ini terdapat lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi *six sigma* yaitu *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) yang memiliki tahapan berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *six sigma*. Siklus ini dapat digambarkan sebagai berikut:

1. *Define*

Merupakan fase menentukan masalah, menetapkan persyaratan-persyaratan pelanggan, serta mengetahui CTQ (*Critical to Quality*). Pendefinisian ini harus melalui proses prioritas masalah dimana prioritas



masalah tersebut mempertimbangkan beberapa hal (Besterfield, 2013) sebagai berikut:

- a. Apakah masalah ini penting dan sulit? Mengapa?
- b. Akankah solusi dari permasalahan ini dapat mempengaruhi pencapaian tujuan?
- c. Dapatkah permasalahan didefinisikan secara jelas dengan menggunakan ukuran objektif?

Untuk menentukan setiap permasalahan ini, dapat digunakan bantuan analisis pareto. Analisis pareto merupakan diagram yang akan menurutkan klasifikasi data dengan urutan turun dari kiri ke kanan, dengan sumbu horizontal menunjukkan *waste* dan sumbu vertikal menunjukkan frekuensi terjadinya kegagalan.

## 2. *Measure*

Fase ini adalah fase yang akan mengukur tingkat kecacatan pelanggan (Y). Dalam tahap ini pengukuran terhadap permasalahan yang telah didefinisikan untuk diselesaikan. Pengambilan data yang kemudian akan digunakan untuk mengukur karakteristiknya serta kapabilitas dari proses yang sedang dijalankan sehingga dapat ditentukan langkah apa yang akan diambil untuk melakukan perbaikan dan peningkatan selanjutnya.

## 3. *Analyze*

Merupakan fase menganalisis factor-faktor penyebab masalah atau cacat (X). Dalam fase ini dilakukan beberapa hal untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kegagalan atau kecacatan.

## 4. *Improve*

Pada fase ini akan dilakukan peningkatan proses (X) dan menghilangkan factor penyebab cacat. Setelah ditemukan akar permasalahan dan solusi serta sudah di validasi, tahap selanjutnya adalah memperbaiki masalah yang ada dengan melakukan pengujian dan percobaan untuk dapat mengoptimalkan solusi yang sudah didapatkan sehingga dapat benar-benar bermanfaat

untuk menyelesaikan permasalahan yang kita hadapi. Terdapat tiga macam *improvement* dalam tahap ini antara lain:

- a. Membuat proses baru
- b. Mengkombinasi berbagai macam proses yang berbeda
- c. Memodifikasi proses yang sudah ada

#### 5. *Control*

Dalam fase ini kita akan mengontrol kinerja proses (X) dan menjamin cacat tidak akan muncul. Selain itu dalam tahap ini juga ditetapkan standarisasi serta mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dan mencegah potensi munculnya permasalahan yang akan terjadi di kemudian hari ataupun saat ada pergantian proses, tenaga kerja, ataupun pergantian manajemen.

#### 2.1.3.4 *Process Activity Mapping (PAM)*

*Process Activity Mapping (PAM)* merupakan pendekatan teknis yang sering digunakan pada aktivitas di bagian produksi. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam *supply chain*. Menurut Hines dan Taylor (2000), dalam *process activity mapping* terdapat empat macam aliran dengan symbol yang berbeda, yaitu *Operation (O)*, *Transportation (T)*, *Inspection (I)*, *Delay (D)*, *Storage (S)*.

Konsep dasar dari *tools* ini adalah memetakan setiap tahapan aktivitas yang terjadi mulai dari *operation*, *transportasi*, *inspection*, *delay*, dan *storage*, kemudian dikelompokkan kedalam beberapa tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding*, dan *non value adding activities*.

*Value adding activity* adalah aktivitas yang menurut *customer* mampu memberikan nilai tambah pada suatu produk/jasa

sehingga *customer* rela membayar untuk aktivitas tersebut. *Value adding activity* sangat mudah ditentukan, dapat dengan mudah disimpulkan apakah pelanggan akan senang dengan hal yang akan dilaksanakan. *Necessary non value adding activity* adalah aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa di mata *customer*, tetapi dibutuhkan ada prosedur atau sistem operasi yang ada. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dalam jangka waktu yang singkat, namun dapat dibuat menjadi lebih efisien. Untuk menghilangkan aktivitas ini dibutuhkan perubahan yang cukup besar pada sistem operasi yang memerlukan jangka waktu yang cukup lama. *Non value adding activity* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa di mata *customer*. Aktivitas ini merupakan *waste* yang harus segera dihilangkan dalam suatu sistem produksi.

Tahapan yang dilakukan dalam pendekatan ini terbagi menjadi lima tahapan antara lain:

- a. Dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada
- b. Mengidentifikasi *waste* yang ada
- c. Mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses data lebih efisien
- d. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik
- e. Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja.

## **2.2 Tinjauan Pustaka**

sebelum kita membahas lebih jauh tentang analisis mengenai peletakan petikemas terhadap letak kapal di tambatan dan pola peletakan petikemas di *Container Yard (CY)*, maka perlu adanya kajian terhadap penelitian terdahulu. Beberapa penelitian terdahulu yang digunakan untuk menunjang pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain,

Arief dan Benny (2013) “Efektifitas Bongkar Muat Petikemas Terhadap Kelancaran Arus Barang di PT. Nilam Port Terminal Indonesia (NPTI) Cabang Tanjung Perak Surabaya” dari studi ini didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses

bongkar muat petikemas di PT. NPTI seperti alat bongkar muat, kinerja TKBM, dan jalan. Selain itu dihasilkan juga faktor yang mempengaruhi kelancaran arus barang di PT. NPTI seperti transportasi darat, kinerja TKBM dan sumber daya manusia. Penelitian yang dilakukan penulis menggunakan metode deskriptif serta pengumpulan data langsung dari subyeknya. Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode yang sudah ditetapkan, maka dihasilkanlah cara untuk meningkatkan efektifitas bongkar muat petikemas di PT. NPTI.

M. Fajar Rohman (2016) “Simulasi Bongkar Muat TPS (Terminal Petikemas Surabaya) untuk Mengoptimalkan Produksi Bongkar Muat” dari penelitian ini didapatkan hasil pengurangan antrian kapal dari 149 menjadi 7,2 dan lama tunggu dari 553,6 jam menjadi 53,8 jam sehingga terjadi pengurangan sebesar 90%. Metode pengerjaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode simulasi, verifikasi, validasi, dan uji hipotesis. Dari metode simulasi yang dilakukan peneliti dapat mengurangi waktu bongkar muat hingga 90% sehingga jika dapat diaplikasikan pada perusahaan bongkar muat petikemas akan sangat menguntungkan. Namun, penelitian ini hanya menggunakan metode simulasi tanpa mengetahui keadaan sebenarnya di lapangan, jadi besar kemungkinan bahwa hasil dari simulasi belum tentu sesuai dengan apa yang terjadi di lapangan dan belum tentu dapat diaplikasikan.

Naurah Ranaindy (2019) “Analisa *Waste* untuk Meningkatkan Kinerja Terminal dengan Menggunakan Metode *Lean Six Sigma* (Studi Kasus: PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia)” dari penelitian ini ditemukan beberapa faktor yang menyebabkan munculnya *waste* yang menyebabkan proses tambat dan bongkar muat menjadi terhambat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lean Six Sigma*. Dari metode yang diaplikasikan pada penelitian ini maka didapatkan faktor yang menyebabkan *waste* dan akar dari permasalahan yang muncul dari faktor tersebut. Dari *waste* yang terbentuk menyebabkan kerugian yang cukup besar untuk perusahaan karena menghambat kinerja terminal. Ditemukannya juga akar masalah dari setiap faktor yang

menyebabkan *waste* sehingga dapat segera diperbaiki semua kesalahan untuk meningkatkan kembali kinerja terminal.

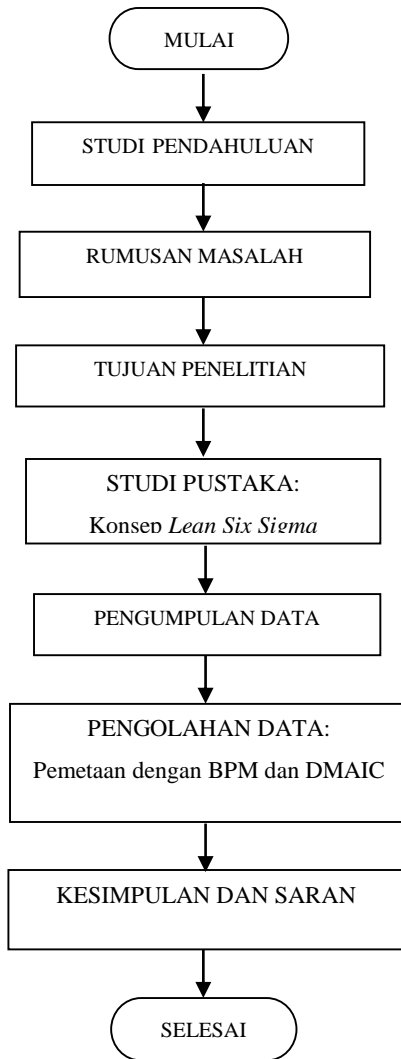
Rudi Indra Wijaya (2010) “Analisis Proyek Implementasi Modernisasi 3G *Radio Access Network* dengan Metode *Lean Six Sigma* (Studi Kasus : PT. Nokia Siemens Networks)” pada penelitian ini penulis hanya mengambil bagian yang membahas tentang *Lean Six Sigma* sebagai tambahan referensi untuk menunjang penelitian Tugas Akhir yang sedang dikerjakan. Metode *Lean Six Sigma* yang digunakan dijelaskan secara jelas dan mudah dimengerti sehingga dapat dipahami dengan baik.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Diagram Alur Penelitian**

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menganalisis tentang peletakan petikemas adalah dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Tahap pertama yang akan dilakukan adalah menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang dapat ditentukan melalui studi literatur dari penelitian sebelumnya. Untuk membantu dalam pengolahan data, maka diperlukan studi pustaka sehingga dapat diketahui data apa saja yang diperlukan dalam menganalisis hal tersebut. Data tersebut akan diolah menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Dari pengolahan data tersebut dapat dibuat rekomendasi tentang bagaimana peletakan petikemas yang baik terhadap letak kapal di tambatan untuk mengoptimalkan kerja terminal petikemas. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

## **3.2 Metodologi Penelitian**

### **3.2.1 Studi Pendahuluan**

Tahap pertama dari studi pendahuluan ini diawali dengan studi literatur dari penelitian sebelumnya guna mengetahui kondisi awal perlakuan petikemas. Setelah studi literatur dari penelitian sebelumnya, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi masalah yang harus dianalisis serta penetapan tujuan penelitian.

### **3.2.2 Rumusan Masalah**

Dari proses studi pendahuluan, akan teridentifikasi masalah apa yang terjadi sebelumnya. Masalah tersebut yang akan dijadikan rumusan masalah dari Tugas Akhir ini. Adapun masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah penataan pola yang baik untuk peletakan petikemas di *Container Yard* (CY) terhadap letak kapal di tambatan. Untuk mengetahui bagaimana pola yang baik, perlu adanya identifikasi terlebih dahulu mengenai cara dan pola peletakan petikemas yang terjadi di terminal petikemas.

### **3.2.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dilakukan adalah untuk menjabarkan rumusan masalah yang sudah ditentukan. Tujuan penelitian adalah hal yang ingin dicapai dari dilakukannya penelitian ini. Pada penelitian ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah menjawab rumusan masalah, yaitu menganalisis proses dan pola dalam peletakan petikemas terhadap peletakan kapal di tambatan dan memberikan cara penataan pola yang baik untuk peletakan petikemas di *Container Yard* (CY). Diharapkan setelah dilakukannya penelitian kinerja pelabuhan jadi lebih baik.

### **3.2.4 Studi Pustaka**

Tujuan dari dilakukannya studi pustaka adalah untuk menambah wawasan serta pengetahuan peneliti tentang cara mengatasi masalah yang tercantum dalam rumusan masalah. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari penelitian yang sudah dilakukan serta membaca sumber lain yang berkaitan tentang pola



peletakan petikemas terhadap letak kapal di tambatan dan metode *lean six sigma*.

### 3.2.5 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian kali ini berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung. Data-data ini bisa berupa file ataupun dokumen. Untuk penelitian kali ini data sekunder yang digunakan adalah data yang berasal dari penelitian sebelumnya, dengan beberapa pengembangan. Data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Alir proses bongkar muat petikemas
- b. Data jadwal sandar kapal
- c. Data jumlah petikemas bongkar muat
- d. Layout peletakan petikemas dan kapal di tambatan

### 3.2.6 Pengolahan Data

Tahap ini akan menjelaskan tentang tatacara pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan pada Tugas Akhir ini menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Pada metode *Lean Six Sigma* dilakukan dua tahap untuk mendapatkan hasil dari pengolahan data, tahap pertama adalah BPM dan tahap kedua adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*). Berikut akan dijelaskan tentang kedua tahap tersebut

1. BPM (*Big Picture Mapping*)

Pada tahap ini, proses kerja terminal petikemas akan dilakukan pemetaan menggunakan BPM. Informasi yang didapat dari BPM adalah aliran pemenuhan *order* (aliran fisik) berupa data proses pengiriman truk ke *Container Yard* sampai proses penyusunan petikemas di kapal.

2. Tahap DMAIC dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. *Define*

*Define* disini dapat dilihat dari PAM (*Process Activity Mapping*). PAM merupakan tabel yang berisikan kegiatan proses kerja yang lebih detail daripada BPM. Dari PAM

tersebut didapatkan suatu pola peletakan petikemas yang diidentifikasi mengandung *waste*. *Waste* tersebut akan dikaji kembali ke tahap selanjutnya.

b. *Measure*

Tahapan *measure* dilakukan berdasarkan tahapan *define* sebelumnya. Indikator suatu kegiatan dikatakan mengandung *waste* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melakukan bongkar muat dari *Container Yard* (CY) ke kapal atau sebaliknya.

c. *Analyze*

Melakukan analisa faktor penyebab terjadinya *waste* yang telah teridentifikasi dan berpengaruh.

d. *Improve*

Pada proses *improve* ini membahas tentang rencana perbaikan terhadap akar penyebab *waste* yang mempunyai potensi perbaikan.

e. *Control*

### **3.2.7 Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian yang bertujuan untuk penulisan Tugas Akhir. Pada tahap ini peneliti diharapkan dapat mengetahui akar dari masalah yang telah ditentukan dalam rumusan masalah, sehingga dari pengolahan data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan apa yang terjadi selama penelitian. Selain menentukan kesimpulan dari setiap pengolahan data, peneliti diharapkan dapat memberikan rancangan atau pemecahan masalah dari rumusan masalah yang telah ditentukan. Hal itu juga akan dilengkapi dengan saran yang membangun sehingga dapat menambah kinerja dari terminal petikemas.

## **BAB IV**

### **PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA**

Penggunaan terminal petikemas yang menghubungkan antara kapal petikemas sebagai transportasi laut, dan truk sebagai transportasi darat, telah meningkat secara drastis. Daya kompetitif suatu terminal dapat dilihat dari efisiensinya, mengingat kapal dikenakan biaya berdasarkan waktu *turn around*-nya (*loading* dan *unloading*) dan jumlah dari petikemas yang di bongkar-muat di terminal. Waktu sandar kapal menjadi salah satu faktor yang penting dalam kinerja terminal petikemas pelabuhan.

Berdasarkan observasi dan perhitungan dari data tahun 2018, dapat diketahui bahwa nilai total aktivitas yang memiliki nilai tambah (*Value Added Time*) atau *processing time* adalah 865 menit atau 14,42 jam, sedangkan total waktu yang tidak mempunyai nilai tambah (*non value added time*) atau *production time* adalah 352,94 menit atau 5,882 jam. Untuk mengetahui aktivitas yang terjadi di Terminal secara detail dibuatlah PAM (*Process Activity Mapping*). PAM merupakan suatu alat yang sering digunakan untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*, ketidakkonsistenan dan keirasional di suatu perusahaan sehingga tujuan meningkatkan kualitas pelayanan, mempercepat proses dan mereduksi biaya diharapkan dapat terwujud. Pada pengelompokan aktivitas dibagi menjadi lima kategori yaitu O (*operation*), T (*transport*), I (*inspection*), S (*storage*) dan D (*delay*). Berikut PAM Terminal berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Suatu aktivitas pada proses kerja di Terminal mempunyai waktu minimal dan maksimal. Arti dari waktu minimal dan maksimal yaitu suatu aktivitas mempunyai rentang waktu pengerjaan dari waktu minimal hingga waktu maksimal. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa suatu aktivitas dapat mempunyai waktu pengerjaan diantara waktu minimal dan maksimal. Waktu yang tercantum pada tabel PAM (tabel 4.1) merupakan waktu yang didapat dari hasil wawancara, data dan observasi di lapangan pada

tahun 2019. Waktu minimal proses bongkar muat yang ada di lapangan didapatkan dari hasil observasi sedangkan waktu maksimalnya didapatkan dari pengolahan data tahun 2018. Waktu administrasi dari proses pengajuan penerimaan petikemas hingga kapal berangkat didapatkan dari hasil wawancara dari karyawan Terminal.

Tabel 4. 1 Aktifitas di Terminal

No	Aktifitas	Output	Jumlah Operator	Alat/ mesin	Waktu (menit)		Jenis aktifitas	Kategori aktivitas
					minimal	maksimal		
1	<i>Driver</i> dan petikemas dari pelayaran masuk di <i>gate in</i> untuk melakukan verifikasi dan pengecekan petikemas	Surat Jalan (SJ) dengan keterangan lokasi CY	1 (petugas <i>gate in</i> )	MTOS+, <i>printer</i>	950	1085	I	VA
2	<i>Driver</i> membawa petikemas menuju ke <i>stack CY</i> yang ditentukan				475	560	T	NNVA
3	<i>Tally CY</i> melakukan pengecekan SJ dan petikemas	Berita Acara (BA), <i>tally sheet</i>	1 ( <i>Tally CY</i> )		190	255	I	VA

Tabel 4.1 Aktivitas di Terminal Berlian (*lanjutan*)

4	Operator alat RTG melakukan proses pengambilan petikemas dari <i>truck</i> ke <i>stack CY</i>		1 (operator)	RTG	285	413	D	NVA
5	<i>Driver</i> menuju pintu <i>gate out</i>				475	515	T	NNVA
6	Kapal dipandu oleh kapal pandu dan tunda menuju tambatan				120	180	O	NNVA
7	Menunggu kapal untuk proses tambat				13	16	O	NNVA
8	Penurunan dan pengikatan tali kapal ke tambatan		ABK		15	16	O	NNVA
9	<i>Unlashing</i> petikemas		ABK		28	30	O	NNVA

10	Peletakkan dan <i>setting</i> HMC		1 Operator dan mekanik	HMC	30	90	D	NVA
11	Menunggu TKBM				30	60	D	NVA
12	ABK melakukan bongkar palka		ABK		20	120	D	NVA
13	Mengambil petikemas yang ada di kapal dan meletakkan di <i>headtruck</i>		18 (1 Operator dan 17 TKBM)	HMC	410	460	D	NVA
14	<i>Tally</i> dermaga mengecek petikemas yang dibongkar dengan data dari <i>discharge list</i>		1 ( <i>Tally</i> dermaga)		205	250	I	VA
15	<i>Tally</i> dermaga melakukan pengecekan kondisi petikemas	BA	1 ( <i>Tally</i> dermaga)		410	500	I	VA

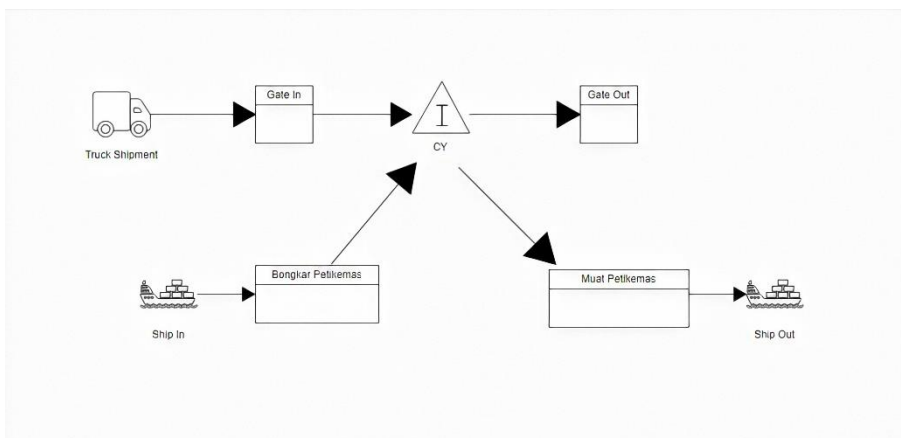
16	<i>Driver</i> membawa petikemas dari kapal ke <i>stack</i> CY atau sebaliknya		1 ( <i>Driver</i> )	<i>Truck</i>	180	210	D	NVA
17	Menunggu <i>headtruck</i> dari pelayaran untuk membawa petikemas dari kapal ke depo				10	80	D	NVA
18	<i>Truck</i> dari pelayaran keluar melalui pintu <i>gate out</i>		1 ( <i>driver</i> )	<i>Truck</i>	1025	1125	T	NNVA
19	Melakukan verifikasi SJ petikemas di pintu <i>gate out</i>		1 (petugas <i>gate out</i> )	<i>Truck</i>	820	900	I	VA
20	Membawa petikemas dari CY ke <i>headtruck</i> oleh operator RTG		2 (Operator dan <i>Tally</i> CY)	RTG, <i>headtruck</i>	285	350	O	VA



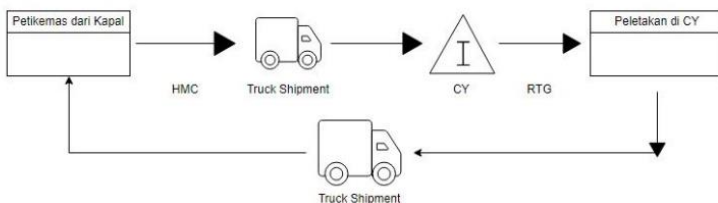
21	Tally dermaga menunggu <i>loading list</i> dari pelayaran		1 ( <i>tally</i> dermaga)		0	25	D	NVA
22	Tally dermaga melakukan pengecekan mengenai petikemas yang akan dimuat	SJ, BA	1 ( <i>Tally</i> dermaga)		380	450	I	VA
23	Operator HMC mengambil petikemas dari <i>truck</i> ke kapal		1 (Operator)	HMC	380	470	O	VA
24	Menunggu petikemas dari depo ke tambatan				120	300	D	NVA
25	Mengatur stabilitas kapal		Kapten kapal dan <i>chief officer</i>		4	19	D	NVA
26	<i>Lashing</i> petikemas		ABK		28	30	O	NNVA
27	Kapal pandu dan tandu berangkat			Kapal pandu dan tunda	16	25	T	NNVA

	menuju tambatan yang telah ditentukan							
28	Kapal siap berangkat							NNVA

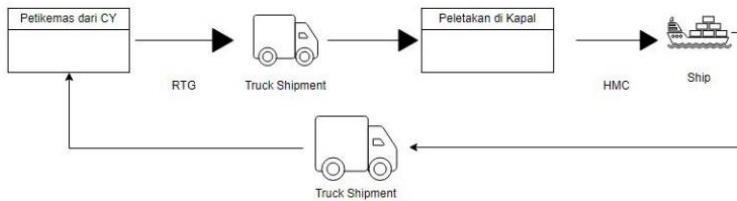
Dalam Terminal Petikemas, terdapat ruang penyimpanan sementara untuk petikemas sesuai dengan jenisnya masing-masing yang bernama *Container Yard* (CY). Pada terminal petikemas memiliki *Container Yard* (CY) yang memiliki luas 5,1 Ha. CY umumnya dibagi menjadi daerah persegi panjang yang disebut blok. Blok pada *container yard* di terminal petikemas terdapat blok A-M.



Gambar 4.1 Proses bongkar-muat petikemas



Gambar 4.2 Proses bongkar petikemas



Gambar 4.3 Proses muat petikemas

Suatu proses bongkar muat dapat dilihat dari gambar 4.1. pada gambar tersebut menunjukkan bahwa truck akan masuk ke gate in untuk melakukan pengecekan kemudian petikemas dari truck tersebut akan dibawa ke CY. Penempatan tersebut sudah ditentukan letak blok yang harus diletakkan. Setelah penempatan, maka truck tersebut akan melakukan keluar melalui pintu gate out. Kapal sandar melakukan proses bongkar tersebut dahulu. Petikemas yang dibongkar akan diletakkan di suatu CY yang terpisah dengan petikemas muat. Setelah proses bongkar selesai maka petikemas yang harus dimuat maka akan dibawa oleh truck ke kapal. Proses bongkar dan muat dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3

Proses bongkar muat dapat dilihat dari proses pengambilan petikemas dari CY ke kapal atau sebaliknya. Pembagian blok di CY harus disesuaikan dengan letak dari tambatan kapal dan faktor peletakan petikemas di CY. Jika proses penataan petikemas kurang optimal menyebabkan terjadinya waktu tunggu pada proses bongkar muat. Suatu petikemas mulai tiba di terminal sebelum kapal dijadwalkan untuk sandar. Setelah kapal datang dan selesai melakukan kegiatan bongkar, kemudian petikemas akan dimuat. Proses petikemas bongkar muat tersebut tetap melalui proses penempatan petikemas di CY. Beberapa faktor dalam penempatan petikemas diperlukan agar waktu bongkar muat tidak

membutuhkan waktu banyak. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, seperti berat petikemas yang perlu diperhatikan mengingat perlunya menjaga stabilitas kapal, tujuan petikemas perlu diperhatikan mengingat efisiensi kapal tersebut nantinya dalam bersandar. Karena banyaknya faktor yang perlu diperhatikan dalam penataan di kapal, menyebabkan penataan di container yard tidak boleh diletakkan sembarangan.

Namun dalam proses penataan petikemas, terminal petikemas kurang mencangkupi kesesuaian penataan petikemas di *container yard*. Hal ini menyebabkan proses tunggu dalam pengambilan atau peletakkan petikemas. Untuk proses muat petikemas, *truck* dari perusahaan EMKL meletakkan petikemas di *container yard* yang telah ditentukan dimana peletakkan tersebut hanya berdasarkan ukuran petikemas yang digunakan. Blok A-D digunakan untuk peletakkan petikemas ukuran 20ft sedangkan Blok E-J digunakan untuk ukuran 40ft.

Konstruksi awal dari sistem penumpukan petikemas dimulai dari datangnya *head truck* yang masuk dari *gate awal*. Setelah melalui proses identifikasi, *head truck* akan diarahkan menuju ke block *countainer yard* yang akan digunakan sebagai transit dari box petikemas, sebelum dimuat ke dalam kapal. Block *countainer yard* ini akan dibagi lagi berdasarkan dimensi dari petikemas itu sendiri, dengan dimensi 20ft pada block A-D dan 40ft pada block E-J. Pada setiap block ini, penyusunan petikemas dilakukan berdasarkan beratnya dan menumpuk keatas, mulai dari yang paling berat, berat kemudian ringan. Dalam satu *block* pada *container yard* terdapat 240 box petikemas, dengan rincian 1 baris kesamping dan 4 baris kebelakang yang berisikan 60 box dan setiap baris box ditumpuk menjadi 4. Dari sistem penyusunan yang belum rapi ini, menimbulkan masalah efisiensi waktu yang digunakan untuk proses muat. Penyusunan ini masih belum berdasarkan penyamaan variabel. Penimbunan masalah efisiensi tersebut dapat dilihat dari tabel 4.1 dimana dalam tabel tersebut menjelaskan bahwa dalam proses pengambilan petikemas yang dilakukan oleh RTG untuk proses muat mempunyai variasi dan standard deviasi

yang besar yaitu 24,67 dan 4,93. Oleh karena itu, diperlukan pembahasan lebih lanjut mengenai proses pengambilan petikemas dalam CY.

Tabel 4.2 Pengambilan Data Lapangan

NO	Pengambilan Petikemas oleh HMC (menit)	Pengambilan petkemas oleh RTG (menit)	Jarak CY ke truck (menit)
1	4,2	5,8	5,7
2	4,6	13,7	4,6
3	4,7	16,4	6,1
4	4,1	4,7	4,5
5	4,5	5,9	4,3
6	4,9	6,1	4,7
7	4,8	17,8	5,8
8	5,5	12,5	6,5
9	5,3	3,8	5,4
10	4,7	14,6	5,2
11	5,4	11,3	4,7
12	5,2	6,8	4,9
13	4,8	15,3	4,2
14	4,9	20,2	6,4
15	4,2	7,9	6,5
16	5,1	3,8	5,7
17	5,2	7,2	5,4
18	5,1	19,2	4,8
19	4,8	16,4	4,3
20	4,3	8,4	6,5
21	5,5	9,3	4,9
22	5,3	7,8	5,4

23	4,7	16,3	4,3
24	4,9	18,7	4,7
25	5,2	3,6	5,6
26	5,3	15,7	5,7
27	5,3	13,4	5,4
28	4,8	4,6	4,6
29	4,9	5,7	4,7
30	4,2	10,7	4,7
31	5,2	9,5	5,5
32	5,4	3,9	5,9
33	5,5	6,2	5,2
34	4,6	17,6	4,6
35	4,9	13,8	4,8
36	5,2	4,5	5,5
37	5,3	7,3	5,3
38	4,5	9,4	4,4
39	4,1	8,9	4,9
40	5,2	10,3	5,3
41	5,1	11,7	5,7
42	4,4	12,3	4,3
43	5,4	5,3	5,3
44	5,2	16,4	5,4
45	5,3	6,3	5,3
46	4,5	7,4	4,4
47	4,7	18,4	6,5
48	4,2	13,8	4,8
49	5,5	12,7	5,7
50	4,8	5,7	4,7
VARIASI	0,18	24,2677551	0,429146939

SD	0,419348377	4,926231329	0,655093076
----	-------------	-------------	-------------

Kompleksitas sistem penataan suatu petikemas berhubungan dengan faktor-faktor (variabel) yang mempengaruhi suatu *container yard* dan peletakan petikemas di kapal sebagai kegiatan berikutnya. Dalam membuat suatu keputusan penataan harus dipikirkan dampaknya terhadap faktor-faktor yang lain dan kegiatan berikutnya seperti loading petikemas ke kapal. Kompleksitas ini muncul diakibatkan adanya interdependensi dari faktor-faktor yang ada sehingga dalam memilih suatu keputusan harus memikirkan dampaknya terhadap faktor-faktor yang lain. Variabel kompleksitas dalam penataan *container yard* yang dijadikan sebagai batasan dalam penataan petikemas antara lain:

- Ukuran Petikemas

Terdapat dua macam ukuran petikemas yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 20 ft dan 40 ft. Dalam aturan penumpukan di *container yard* untuk tiap ukuran petikemas yang berbeda, tidak dapat dilakukan penumpukan secara bersama-sama (dicampur) jadi harus ada kluster yang menyusun dan membedakan petikemas berdasarkan ukuran yang ada yaitu 20', dan 40'. Hal ini dikarenakan adanya faktor perbedaan dimensi yang dimana jika dilakukan penumpukkan secara tercampur, maka petikemas akan mengalami kerusakan. Kerusakan petikemas akan menyebabkan kerugian biaya yang ditanggung oleh terminal petikemas. Berikut ini perbedaan dari dimensi dari petikemas 20ft dan 40ft.

Tabel 4.3 Ukuran Petikemas

Ukuran Petikemas	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
20ft	6,06	2,44	2,59
40ft	12,19	2,44	2,59

- Berat Petikemas



Aturan atau batasan pengaturan petikemas berdasarkan berat petikemas adalah petikemas dengan berat yang lebih besar tidak boleh diletakkan diatas petikemas yang mempunyai berat lebih kecil. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kerusakan pada petikemas. Contoh: petikemas dengan berat *heavy* tidak boleh diletakkan diatas container dengan berat *light*. Suatu petikemas dikatakan memiliki berat *light*, dan *heavy* dapat diperoleh jika suatu petikemas memiliki berat sebagai berikut

Table 4.4 Berat Petikemas (dalam kg)

Ukuran Petikemas	<i>Medium</i>	<i>Heavy</i>
20ft	2.500 - 6.500	6.500 - 24.000
40ft	3.600 - 10.500	10.500 - 30.480

- Tujuan Pengiriman  
 Dalam melakukan penataan petikemas di suatu yard terminal petikemas, peletakan akan dikelompokkan berdasarkan tujuan yang sama. Hal ini dikarenakan, dalam melakukan penataan container di yard harus memperhatikan aturan penataan petikemas di kapal. Pada penataan petikemas di kapal petikemas dengan tujuan terjauh harus dimasukkan ke kapal terlebih dahulu kemudian dilanjutkan hingga tujuan yang terdekat, agar dalam melakukan proses bongkar-muat (*loading-unloading*) selanjutnya dapat dihindari terjadinya shifting.
- Kedatangan Petikemas  
 Petikemas yang dikirim oleh EMKL bisa datang sewaktu-waktu atau bersifat random. Sehingga akan berakibat pada pola penataan petikemas. Bisa jadi yang petikemas yang datang adalah petikemas dengan variabel A, namun selanjutnya adalah petikemas dengan variabel B. Sifat

seperti inilah yang perlu diperhitungkan dalam penataan petikemas

Untuk mengetahui perhitungan waktu yang digunakan *loading-unloading* diperlukan suatu pengamatan di lapangan. Kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapal MV. Meratus Kariangau pada bulan Mei 2019. Kapal MV. Meratus Kariangau melakukan bongkar muat petikemas dimana jumlah bongkar 161 box dan muat 230 box. Setelah mengetahui kedatangan petikemas pada kapal MV. Meratus Kariangau, letak penataannya di container yard serta penataannya di kapal maka dilakukan perhitungan berapa jumlah *unnecessary shifting* yang perlu dilakukan untuk melakukan proses loading dari *container yard* menuju kapal pada kondisi *existing*. Semakin tingginya jumlah *unnecessary shifting*, maka semakin tingginya waktu yang dibutuhkan untuk proses bongkar muat. Dalam pengamatan ini dilakukan pengamatan mengenai berapa kali jumlah pergerakan yang dilakukan oleh RTG untuk melakukan proses bongkar muat petikemas.

Proses bongkar muat dimulai ketika adanya *truck* dari EMKL untuk melakukan proses muat. *Truck* masuk melalui gate in dimana akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu mengenai surat jalan dan kondisi petikemas yang dikirimkan. Petikemas yang sudah disetujui akan dibawa ke blok CY yang telah ditentukan oleh terminal. Penempatan petikemas akan disesuaikan dengan ukuran petikemas dan tujuan kapal. MV. Meratus Kariangau melakukan proses muat sejumlah 230 petikemas dimana 180 dengan ukuran 40ft dan sisanya berukuran 20ft. Peletakkan ukuran 40ft diletakkan pada blok E sedangkan ukuran 20ft diletakkan di blok B. Suatu blok CY mempunyai kapasitas 240 box dengan rincian 60 box dengan susunan tumpuk sejumlah 4 buah. Blok A-J merupakan blok yang hanya digunakan untuk proses muat sedangkan proses bongkar akan ditempatkan di CY yang ada di wilayah lainnya. Petikemas yang dibawa oleh *tuck* akan dilakukan pengecekan dan dipandu oleh *tally* CY mengenai posisi peletakkan petikemas. Jika

petikemas tersebut memiliki berat *heavy* maka petikemas akan diletakkan paling bawah. Hal ini terjadi untuk menghindari kerusakan dari petikemas yang memiliki berat yang lebih rendah. Dari proses tersebut, dapat dilihat bahwa adanya proses *unnecessary shifting* dimana adanya pembongkaran kembali untuk meletakkan petikemas di paling bawah. Berikut ini merupakan hasil pengamatan.

Table 4.5 Perhitungan waktu muat petikemas

Ukuran Petikemas	Total Petikemas	Berat Petikemas	Petikemas	Waktu yang digunakan (menit)	Total Waktu (menit)
40ft	123	<i>heavy</i>	39	3	117
			13	9	117
			7	15	105
			5	21	105
		<i>light</i>	39	3	117
			13	9	117
			7	15	105
			5	21	105
20ft	50	<i>heavy</i>	15	3	45
			9	9	72
			5	15	75
			3	21	63
		<i>light</i>	13	3	39
			5	9	45
			Total Waktu Peletakkan dari <i>truck</i> ke CY		
Total Waktu peletakkan dari <i>truck</i> ke CY dan muat ke kapal				2244	

Dari pengamatan tersebut dapat dilihat waktu perpindahan petikemas. Ketika waktu membutuhkan 3 menit menandakan

bahwa posisi petikemas langsung dapat diletakkan di posisi yang telah disediakan tanpa adanya *unnecessary shifting*. Waktu 9 menit menandakan bahwa adanya perpindahan dimana suatu box dipindah terlebih dahulu ke tempat lainnya, kemudian petikemas dari *truck* akan diletakkan di tempat tersebut. Setelah petikemas dari *truck* sudah diletakkan, maka petikemas yang sebelumnya dipindah akan diletakkan kembali di atas posisi petikemas dari *truck*. Begitu pula dengan waktu 15 dan 21 menit, hal ini karena adanya beberapa perpindahan terlebih dahulu suatu petikemas kemudian diletakkan petikemas yang baru dan disusun kembali dengan petikemas yang lama. Penyusunan ini diperlukan karena petikemas dengan berat *heavy* harus diletakkan paling bawah dan kedatangan petikemas *heavy* tersebut tidak ada jadwal yang tetap. Proses pengambilan petikemas untuk diletakkan dari CY ke kapal juga memerlukan pengaturan dimana petikemas dengan *heavy* dimuat terlebih dahulu diikuti *light*. Dari aturan tersebut, dapat disimpulkan bahwa memerlukan waktu pembongkaran kembali untuk memuat petikemas sehingga memerlukan waktu bongkar muat yang cukup besar.

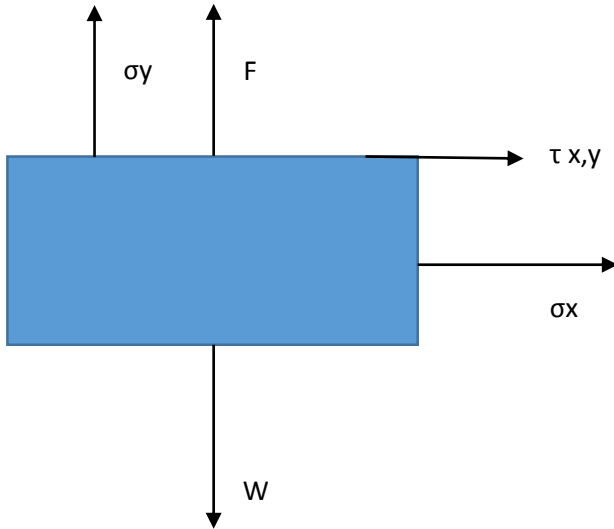
Untuk mengurangi waktu tersebut, dilakukan suatu *improvement* mengenai penataan yaitu dengan mengatur petikemas sesuai berat. Penumpukan suatu area akan diberikan penumpukkan dengan berat yang sama. Hal ini bertujuan untuk mengurangi perpindahan yang tidak diperlukan. Jika saran tersebut diterapkan maka akan menghasilkan hitungan seperti berikut

Tabel 4.6 Perhitungan waktu muat petikemas setelah dilakukan *improve*

Ukuran Petikemas	Total Petikemas	Berat Petikemas	Petikemas	Waktu yang digunakan (menit)	Total Waktu (menit)	
40ft	123	<i>heavy</i>	61	3	183	
		<i>light</i>	62		186	
20ft	50	<i>heavy</i>	30		90	
		<i>light</i>	20		60	
Total Waktu Peletakkan dari <i>truck</i> ke CY					519	
Total Waktu peletakkan dari truk ke CY dan muat ke kapal					1038	

Saat melakukan penumpukan sesuai berat, harus diperhatikan pula beban maksimal yang dapat ditahan oleh suatu petikemas sehingga saat petikemas ditumpuk, tidak terjadi kerusakan pada petikemas yang berada di bagian bawah. Untuk mencari berat maksimum yang dapat diterima dari sebuah petikemas, dilakukan perhitungan sebagai berikut

**40ft heavy**



Gambar 4.4 *free body diagram* arah gaya petikemas 40ft heavy

Diketahui :

$$F = 30.480 \text{ kg}$$

$$p = 12,19$$

$$l = 2,44$$

$$t = 2,59$$

$$A = p \times l = 29,74 \text{ m}^2$$

$$M = F \times \frac{l}{2} \quad , \quad Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2 \quad , \quad \tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z} \quad , \quad \tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2} \quad ,$$

$$\sigma_t(\text{max}) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

Cara pengerjaan:

$$\begin{aligned}M &= F \times \frac{l}{2} \\&= 30480 \text{ kg} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \\&= 37185,6 \text{ kg m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z &= \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2 \\Z &= \frac{1}{6} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \times (2,59 \text{ m})^2 \\Z &= 1,364 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_s &= \frac{F}{A} \\ \tau_s &= \frac{30480 \text{ kg}}{29,74 \text{ m}^2} \\ \tau_s &= 1024,882 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{M}{Z} \\ \sigma_t &= \frac{37185,6 \text{ kg m}}{1,364 \text{ m}^3} \\ \sigma_t &= 27262,17 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_t(\text{max}) &= \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2} \\ \tau_t(\text{max}) &= \frac{1}{2} \sqrt{(27262,17 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(1024,882 \text{ kg} \\ &\quad / \text{m}^2)^2} \\ \tau_t(\text{max}) &= 13669,56 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_t(max) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

$$\sigma_t(max) = \frac{27262,17 \text{ kg / m}^2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(27262,17 \text{ kg / m}^2)^2 + 4(1024,882 \text{ kg / m}^2)^2}$$

$$\sigma_t(max) = 27300,645 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban maksimal} = \sigma_t(max) + \tau_t(max)$$

$$\text{Beban maksimal} = 27300,645 \text{ kg/m}^2 + 13669,56 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban maksimal} = 40970,205 \text{ kg/m}^2$$

Untuk mengetahui sebuah petikemas mampu menopang berapa petikemas maka dilakukan perhitungan

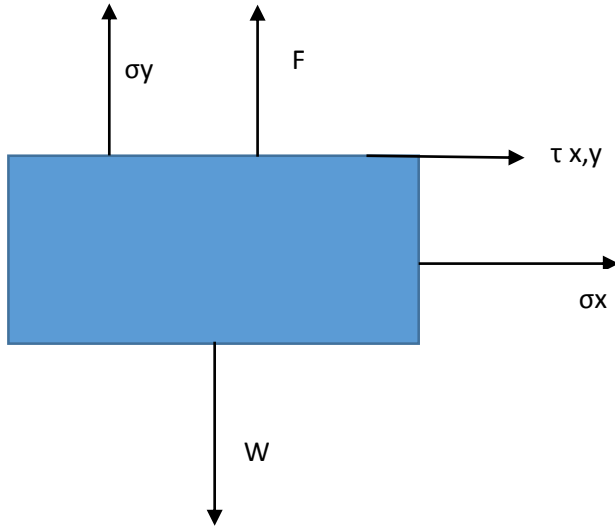
*Beban maksimal – berat 1 petikemas*

*= sisa berat yang dapat ditopang petikemas paling bawah*  
 $40970,205 - 30480 = 10490,205$

Dapat disimpulkan bahwa, sebuah petikemas 40ft dengan berat 30.480 dan termasuk dalam klasifikasi *heavy*, mampu menopang 2 petikemas lain dengan klasifikasi yang sama sehingga akan didapatkan 3 tumpuk petikemas.



### 40ft light



Gambar 4.5 *free body diagram* arah gaya petikemas 40ft light

Diketahui :

$$F = 10.500 \text{ kg}$$

$$p = 12,19$$

$$l = 2,44$$

$$t = 2,59$$

$$A = p \times l = 29,74 \text{ m}^2$$

$$M = F \times \frac{l}{2}, \quad Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2, \quad \tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}, \quad \tau_t(\max) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2},$$

$$\sigma_t(\max) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

Cara pengerjaan:

$$\begin{aligned}M &= F \times \frac{l}{2} \\&= 10500 \text{ kg} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \\&= 12810 \text{ kg m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z &= \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2 \\Z &= \frac{1}{6} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \times (2,59 \text{ m})^2 \\Z &= 1,364 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_s &= \frac{F}{A} \\ \tau_s &= \frac{10500 \text{ kg}}{29,74 \text{ m}^2} \\ \tau_s &= 353,06 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{M}{Z} \\ \sigma_t &= \frac{12810 \text{ kg m}}{1,364 \text{ m}^3} \\ \sigma_t &= 9391,5 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_t(\text{max}) &= \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2} \\ \tau_t(\text{max}) &= \frac{1}{2} \sqrt{(9391,5 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(353,06 \text{ kg} / \text{m}^2)^2} \\ \tau_t(\text{max}) &= 4709,004 \text{ kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_t(\text{max}) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

$$\sigma_t(max) = \frac{9391,5 \text{ kg} / \text{m}^2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(9391,05 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(353,06 \text{ kg} / \text{m}^2)^2}$$

$$\sigma_t(max) = 9404,754 \text{ kg} / \text{m}^2$$

*Beban maksimal =  $\sigma_t(max) + \tau_t(max)$*

*Beban maksimal =  $9404,754 \text{ kg} / \text{m}^2 + 4709,004 \text{ kg} / \text{m}^2$*

*Beban maksimal =  $14113,758 \text{ kg} / \text{m}^2$*

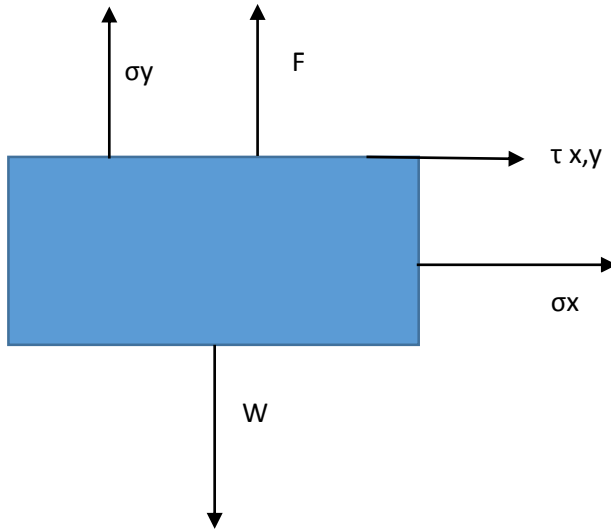
Untuk mengetahui sebuah petikemas mampu menopang berapa petikemas maka dilakukan perhitungan

*Beban maksimal – berat 1 petikemas*

*= sisa berat yang dapat ditopang petikemas paling bawah*  
 $14113,758 - 10500 = 3613,758$

Dapat disimpulkan bahwa, sebuah petikemas 40ft dengan berat 10.500 dan termasuk dalam klasifikasi *light*, mampu menopang 2 petikemas lain dengan klasifikasi yang sama sehingga akan didapatkan 3 tumpuk petikemas.

**20ft heavy**



Gambar 4.6 *free body diagram* arah gaya petikemas 20ft heavy

Diketahui :

$$F = 24.000 \text{ kg}$$

$$p = 6,06 \text{ m}$$

$$l = 2,44$$

$$t = 2,59$$

$$A = p \times l = 14,786 \text{ m}^2$$

$$M = F \times \frac{l}{2}, \quad Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2, \quad \tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}, \quad \tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2},$$

$$\sigma_t(\text{max}) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

Cara pengerjaan:

$$M = F \times \frac{l}{2}$$

$$= 24000 \text{ kg} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2}$$

$$= 29280 \text{ kg m}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \times (2,59 \text{ m})^2$$

$$Z = 1,364 \text{ m}^3$$

$$\tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\tau_s = \frac{24000 \text{ kg}}{14,786 \text{ m}^2}$$

$$\tau_s = 1623,157 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_t = \frac{29280 \text{ kg m}}{1,364 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_t = 21466,275 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

$$\tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{(21466,275 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(1623,157 \text{ kg} / \text{m}^2)^2}$$

$$\tau_t(\text{max}) = 10855,177 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\sigma_t(\text{max}) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

$$\begin{aligned} & \sigma_t(max) \\ &= \frac{21466,275 \text{ kg / m}^2}{2} \\ &+ \frac{1}{2} \sqrt{(21466,275 \text{ kg / m}^2)^2 + 4(1623,157 \text{ kg / m}^2)^2} \end{aligned}$$

$$\sigma_t(max) = 21588,3145 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban maksimal} = \sigma_t(max) + \tau_t(max)$$

$$\text{Beban maksimal}$$

$$= 21588,3145 \text{ kg/m}^2 + 10855,177 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban maksimal} = 32443,5 \text{ kg/m}^2$$

Untuk mengetahui sebuah petikemas mampu menopang berapa petikemas maka dilakukan perhitungan

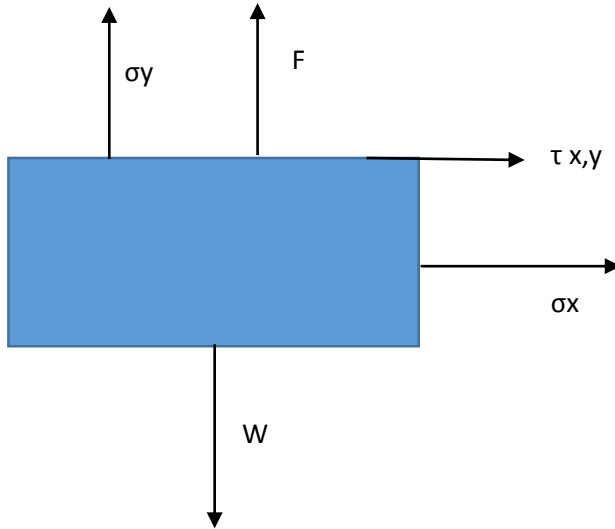
$$\text{Beban maksimal} - \text{berat 1 petikemas}$$

$$= \text{sisa berat yang dapat ditopang petikemas paling bawah}$$

$$32443,5 - 24000 = 8443,5$$

Dapat disimpulkan bahwa, sebuah petikemas 20ft dengan berat 24.000 dan termasuk dalam klasifikasi *heavy*, mampu menopang 2 petikemas lain dengan klasifikasi yang sama sehingga akan didapatkan 3 tumpuk petikemas.

**20ft light**



Gambar 4.7 *free body diagram* arah gaya petikemas 20ft light

Diketahui :

$$F = 8500 \text{ kg}$$

$$p = 6,06 \text{ m}$$

$$l = 2,44$$

$$t = 2,59$$

$$A = p \times l = 14,786 \text{ m}^2$$

$$M = F \times \frac{l}{2}, \quad Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2, \quad \tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}, \quad \tau_t(\max) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2},$$

$$\sigma_t(\max) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

Cara pengerjaan:

$$M = F \times \frac{l}{2}$$

$$= 8500 \text{ kg} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2}$$

$$= 10370 \text{ kg m}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \frac{l}{2} \times t^2$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \frac{2,44 \text{ m}}{2} \times (2,59 \text{ m})^2$$

$$Z = 1,364 \text{ m}^3$$

$$\tau_s = \frac{F}{A}$$

$$\tau_s = \frac{8500 \text{ kg}}{14,786 \text{ m}^2}$$

$$\tau_s = 574,87 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_t = \frac{10370 \text{ kg m}}{1,364 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_t = 7602,64 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$

$$\tau_t(\text{max}) = \frac{1}{2} \sqrt{(7602,64 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(574,87 \text{ kg} / \text{m}^2)^2}$$

$$\tau_t(\text{max}) = 3844,543 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\sigma_t(\text{max}) = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau_s^2}$$



$$\sigma_t(max) = \frac{7602,64 \text{ kg} / \text{m}^2}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(7602,64 \text{ kg} / \text{m}^2)^2 + 4(574,87 \text{ kg} / \text{m}^2)^2}$$

$$\sigma_t(max) = 7645,863 \text{ kg} / \text{m}^2$$

*Beban maksimal =  $\sigma_t(max) + \tau_t(max)$*

*Beban maksimal =  $7645,863 \text{ kg} / \text{m}^2 + 3844,543 \text{ kg} / \text{m}^2$*

*Beban maksimal =  $11490,406 \text{ kg} / \text{m}^2$*

Untuk mengetahui sebuah petikemas mampu menopang berapa petikemas maka dilakukan perhitungan

*Beban maksimal – berat 1 petikemas*

*= sisa berat yang dapat ditopang petikemas paling bawah*  
 $11490,406 - 8500 = 2990,406$

Dapat disimpulkan bahwa, sebuah petikemas 20ft dengan berat 8.500 dan termasuk dalam klasifikasi *light*, mampu menopang 2 petikemas lain dengan klasifikasi yang sama sehingga akan didapatkan 3 tumpuk petikemas.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian berikut adalah:

1. Penempatan petikemas akan disesuaikan dengan ukuran petikemas dan tujuan kapal. Jika petikemas tersebut memiliki berat *heavy* maka petikemas akan diletakkan paling bawah. Hal ini terjadi untuk menghindari kerusakan dari petikemas yang memiliki berat yang lebih rendah. Dari proses tersebut, dapat dilihat bahwa adanya proses *unnecessary shifting* dimana adanya pembongkaran kembali untuk meletakkan petikemas di paling bawah. Karena adanya *unnecessary shifting* ini, maka proses muat petikemas memakan waktu yang lama.
2. Suatu *improvement* mengenai penataan yaitu dengan mengatur petikemas sesuai berat. Penumpukan suatu area akan diberikan penumpukkan dengan berat yang sama. Hal ini bertujuan untuk mengurangi perpindahan yang tidak diperlukan. Pengurangan tersebut dapat dilihat dari total waktu yang dibutuhkan pada kondisi awal dengan kondisi setelah *improvement*. Keadaan awal memerlukan waktu sekitar 37,4 jam sedangkan setelah *improvement* hanya membutuhkan waktu 17,3 jam.

#### **5.2 Saran**

Untuk keberlanjutan dari Tugas Akhir ini, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Melakukan analisis pola peletakan petikemas dengan menggunakan software
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan pola peletakan bongkar petikemas.

## Daftar Pustaka

- Arief, Benny. 2013. *Efektifitas Bongkar Muat Petikemas Terhadap Kelancaran Arus Barang di PT. Nilam Port Terminal Indonesia (NPTI) Cabang Tanjung Perak Surabaya*. Surabaya: Universitas Hang Tuah.
- Badudu. 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Besterfield, D. H. 2013. *Quality Improvement. Ninth Edition*. New Jersey: Prentice Hall International.
- Gasperz, V., A. Vontana. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Hines dan Taylor. (2000). *Going Lean, Lean Enterprise Research Center*. Cardiff Business School.
- Lasse, D. A. 2016. *Manajemen Kepelabuhan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Ranaindy, Naurah. 2019. *Analisa Waste untuk Meningkatkan Kinerja Terminal dengan Menggunakan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus: PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rohman, M. Fajar. 2016. *Simulasi Bongkar Muat TPS (Terminal Petikemas Surabaya) untuk Mengoptimalkan Produksi Bongkar Muat*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Soedjono, Wiwoho. (1183). *Sarana-Sarana Penunjang Pengangkutan Laut*. Jakarta: PT Bina Aksara
- Sudjatmiko, F. D.C. 2007. *Pokok-Pokok Pelayaran Niaga*. Jakarta: CV. Akademika Pressindo.
- Sutherland, J., Bennett, B. 2007. *The Seven Deadly Wastes of Logistics: Applying Toyota Production System Principles to Create Logistics Value*. 3-4.
- Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: BETA OFFSET Edisi Pertama.

Wijaya, Rudi Indra. 2010. *Analisis Proyek Implementasi Modernisasi 3G Radio Access Network dengan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus : PT. Nokia Siemens Networks)*. Jakarta: Universitas Indonesia.

## BIODATA PENULIS



**Christina Agustin Dwi W.P** lahir di Bandarlampung, 08 Desember 1994. Anak perempuan dari pasangan Agustinus Suwardi dan Maria Magdalena Mardianti merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Fransiskus 1 Tanjungkarang, SD Fransiskus 1 Tanjungkarang, SMP Fransiskus Tanjungkarang, dan SMA Fransiskus Bandarlampung. Pada tahun 2013 penulis meneruskan jenjang pendidikan lebih tinggi di Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur undangan.

Penulis mengambil bidang studi Rekayasa Sistem Industri dengan tugas akhir spesifik ke arah *management*. Semasa kuliah, penulis aktif dalam bidang akademik maupun organisasi. Dalam organisasi kemahasiswaan intrakampus, penulis aktif menjadi Staff Internal di Mesin Music Club (MMC) pada periode 2015-2017. Penulis dapat dihubungi melalui email [christina.agustin14@gmail.com](mailto:christina.agustin14@gmail.com)