

**SIMULASI TINGKAT PEMANFAATAN ALAT  
BONGKAR MUAT DI TERMINAL PETIKEMAS  
MAKASSAR MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK  
ARENA**

**SKRIPSI**

*Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Strata 1 (S1)*

*Sarjana Teknik Perkapalan Fakultas Teknik*

*Universitas Hasanuddin*



**INDRA SYAHPUTRA MANOY**

**D311 15 508**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA 2020**





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN  
Jl. Poros Malino Km. 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan  
Telp. (0411)-588400 Fax. (0411) 2006

**LEMBAR PEGESAHAN**

*Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

**JUDUL SKRIPSI**

**“Simulasi Tingkat Pemanfaatan Alat Bongkat Muat di Terminal Petikemas Makassar Menggunakan Perangkat Lunak ARENA”**

Oleh:

**INDRA SYAHPUTRA MANOY**

**D311 15 508**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 29 Agustus 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

**Wihdat Djafar, ST., MT., M.logsupChMgmt**  
NIP. 19730828 200012 2 001

**Abdul Haris Djafante, ST., MT.**  
NIP. 19740810 200012 1 001

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Perkapalan



**Dr. Eng. Sunar Baso, ST., MT**  
NIP. 19730706 200012 1 002



## ABSTRAK

Indra S. Manoy. 2020. Simulasi Tingkat Pemanfaatan Alat Bongkar Muat di Terminal Petikemas Makassar Menggunakan Perangkat Lunak ARENA. Skripsi. Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin

Pembimbing I: **Wihdat Djafar, ST., MT., MlogsupChMgmt.**

Pembimbing II: **Abdul Haris Djalante, ST., MT.**

Terminal Petikemas Makassar merupakan terminal khusus yang dibangun sejak tahun 2007 untuk melayani muatan petikemas. Akan tetapi sejak akhir tahun 2018, jumlah alat bongkar muat yang beroperasi di TPM berkurang karena dipindahkan ke Makassar *New Port*, yakni terkhusus pada *container crane* (CC) dengan sistem *berthing* di TPM adalah *First in First Out*. Untuk itu dilakukan penelitian dengan tujuan menentukan tingkat pemanfaatan alat bongkar muat dengan metode simulasi menggunakan program ARENA hingga tahun 2025. Dalam meramalkan tingkat kunjungan kapal hingga tahun 2025 dibutuhkan data kunjungan kapal dari 2009-2018 dengan menggunakan metode regresi berganda. Untuk melakukan simulasi dibutuhkan konseptual desain untuk memudahkan pemodelan pada saat melakukan simulasi. Dalam melakukan simulasi menggunakan program ARENA sistem *berthing* keadaan sebenarnya, juga dalam simulasi ini dibutuhkan data waktu kedatangan kapal dan waktu pelayanan kapal di TPM, yang diuji dengan beberapa pola distribusi menggunakan *input analyzer*. Hasil peramalan menunjukkan bahwa tingkat kunjungan kapal pada tahun 2025 adalah 1921 unit dengan tingkat pemanfaatan alat bongkar muat (CC) sebesar 85,88% dan jumlah arus petikemas sebesar 654.890 box

*Kata kunci: Container crane, Simulasi, ARENA, Petikemas*



## ABSTRACT

Indra S. Manoy. 2020. Utilization Simulation of Loading/Unloading's Equipment in Makassar Container Terminal by Using ARENA. Skripsi. Naval Architecture Departement, Engineering Faculty. Hasanuddin University

Supervisor I: **Wihdat Djafar, ST., MT., MlogsupChMgmt.**

Supervisor II: **Abdul Haris Djalante, ST., MT.**

Makassar Container Terminal is a specific terminal that was built in 2007 to serve container loads. However, since the end of 2018, the number of loading and unloading equipment operated at MCT has declined because it is moved to Makassar New Port, especially in container cranes (CC) with the berthing system at MCT is First in First Out. For this reason, a study was conducted with the aim of determining the level of utilization loading and unloading equipment with simulation method using the ARENA program until 2025. In predicting the level of ship call until 2025, ship call data for 2009-2018 is required by using multiple regression method. To carry out simulations, conceptual design is needed to make it easier for modeling when doing simulations. In conducting simulations using the ARENA program the actual berthing system, , also in this simulation the required data is the arrival time and the service time of the ship at MCT, which is tested with several distribution patterns using an input analyzer. Forecasting results show the level of ship call in 2025 is 1921 units with the utilization rate of loading and unloading (CC) is 85,88% and the number of containers that can be served 654,890 boxes.

*Keywords: Container Crane, Simulation, ARENA, Container*



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur saya panjatkan khadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya lah saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Simulasi Tingkat Pemanfaatan Alat Bongkar Muat di Terminal Petikemas Makassar Menggunakan Perangkat Lunak ARENA”** sebagai persyaratan menyelesaikan studi Strata Satu di Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu saya berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih Kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan dan Penasehat Akademik penulis, yang tidak hentinya memberi nasehat dan mendukung saya dalam menyelesaikan studi
2. Ibu Wihdat Djafar, ST., MT., MlogsupChMgmt, selaku pembimbing I yang memberikan bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Haris Djalante, ST., MT., selaku pembimbing II yang memberikan bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Misliah Idrus, MStr. dan Bapak Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M.Eng. selaku penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini
5. Kepada Ibunda Ir. Hj. Rosmani, MT, Ayahanda Dr. Ir. Syamsul Asri, MT., Ayahanda Ir. Lukman Buchory, MT, dan Ayahanda Wahyuddin, ST., MT, yang tak hentinya memberi saya nasehat, wejangan, bimbingan serta semangat selama saya berkuliah di Departemen Teknik Perkapalan Fakultas

teknik Universitas Hasanuddin

bu Kartini (staf kebersihan) yang selalu memasak saya kalau saya ke kampus hari sabtu atau ahad



7. Bapak dan ibu dosen serta staf lingkup Jurusan Perkapalan atas semua bimbingan, arahan, dan bantuannya
8. Bapak Efendy, Bapak Saepul, dan Kak Dani serta bapak/ Ibu Karyawan PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV Terminal Petikemas Makassar yang telah memberikan banyak bimbingan dan bantuan dalam memperoleh data dalam skripsi ini
9. Kepada kedua orangtua penulis: Bapak Herry M Manoy dan Ibu Nuraini terimakasih atas segala dukungan baik berupa materi, doa, dan kasih sayangnya sehingga mengantar penulis dalam upaya penyelesaian studi ini.
10. Kepada kelima saudara penulis: Imsak S. Manoy, Irawan K. Manoy, Irma T. Manoy, Mustika S. Manoy, dan Herlita Manoy, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis, terkhusus kakak Irma, yang selalu setia mengomeli penulis ketika mandeg dalam pengerjaan skripsi ini
11. Kepada kakak- kakak dan teman- teman IAPIM, Kak Ibeck, Kak Agung, Makdum, Kak Nas, Adib Munadi, Riza (Obo) serta teman- teman IAPIM 14 yang tak bisa saya sebutkan satu per satu, yang selalu memberikan energy positif, semangat, nasehat kepada penulis yang tidak hanya selama pengerjaan skripsi ini, tapi juga disetiap waktu dan momen
12. Kepada adik- adik IAPIM, Noor Hidayat, Awaliyah, Asyraf, Mahwan, Imam, Isyran, Harlim, Situru, Asward, yang selalu menghibur saya ketika saya mengalami masa sulit
13. Kepada teman- teman seperjuangan, Fika, Riska, Grace, Hime, Fadhil, Harlian, Alwan, Goro, Jasman dan Chris. Yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan mengajak diskusi bersama baik tentang perkuliahan maupun aspek kehidupan
14. Kepada sahabat- sahabat penulis, Firdauzi, Mimi, Kurniawan, Dinda, Rizqa dan teman- teman kelas Pariwisata UB angkatan 2014 yang tidak dapat kusebutkan satu persatu

epada teman- teman Kapal 15 yang selama ini menemani baik dalam suka maupun duka.



16. Kepada teman- teman KKN-102 POSKO CAPPALUNG Kota Parepare, yang selalu menyemangati saya dalam penyelesaian skripsi ini

17. Kepada kakanda senior dan adinda se-jurusan perkapalan yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang banyak mendukung saya dalam

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, sehingga banyak diharapkan saran dan masukan yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Aamiin.

Gowa, Juni 2020

Penulis



## Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
BAB 1 .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Hasil dan Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
BAB 2 .....	9
2.1 Transportasi.....	9
2.2 Pelabuhan .....	12
2.3 Daerah Hinterland.....	17
2.4 Terminal Petikemas .....	19
2.5 Utilisasi Alat Bongkar Muat .....	29
2.6 Petikemas .....	31
2.7 Kapal Petikemas .....	35
2.8 Operasional Pelabuhan.....	40
2.9 Teori Distribusi.....	43
2.10 Metode Statistik dan Peramalan .....	47
2.11 Metode Antrian.....	50
2.12 Perangkat lunak Arena .....	54
BAB 3 .....	56
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	56
3.2 Objek Penelitian .....	56
3.3 Teknik Pengambilan Data .....	56
3.3.1 Analisis Data .....	57
3.3.2 Teknik Pengolahan Data .....	58
3.3.3 Diagram Alur Pemikiran .....	61



BAB 4 .....	62
4.1 Gambaran Umum Terminal Petikemas Makassar .....	62
4.2 Analisis Hinterland Terminal Petikemas Makassar .....	69
4.3 Potensi Wilayah Hinterland .....	70
4.4 Peramalan Kunjungan Kapal di Terminal Petikemas Makassar .....	74
4.5 Konseptual Desain .....	77
4.6 Simulasi antrian menggunakan Program ARENA .....	78
BAB 5 .....	99
5.1 KESIMPULAN .....	99
5.2 SARAN .....	100
PUSTAKA .....	102
LAMPIRAN .....	103



## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Dermaga petikemas .....	22
Gambar 2.2 <i>Container crane</i> .....	24
Gambar 2.3. <i>Transtainer</i> .....	25
Gambar 2.4. <i>Head Truck</i> .....	25
Gambar 2.5. <i>Reach Taker</i> .....	26
Gambar 2.6. <i>Top Leader</i> .....	26
Gambar 2.7. <i>Bottom Lift</i> .....	27
Gambar 2.8. <i>Forklift</i> .....	27
Gambar 2.9. Jenis kapal <i>full container</i> .....	37
Gambar 2.10. Jenis kapal <i>semi container</i> .....	38
Gambar 2.11. Jenis kapal <i>convertible container</i> .....	38
Gambar 2.12. Sistem aliran barang di dermaga .....	40
Gambar 2.13. Hubungan seri antrian sistem bongkar muat .....	41
Gambar 2.14. Proses antrian.....	41
Gambar 2.15. Tampilan pada perangkat lunak ARENA .....	55
Gambar 4.1. <i>Lay out</i> di Terminal Petikemas Makassar .....	62
Gambar 4.2. Slip tanda daftar.....	63
Gambar 4.3. Jembatan timbang di <i>Gate 2 TPM</i> .....	64
Gambar 4.4. Petikemas yang ada di lapangan penumpukan.....	65
Gambar 4.5. Salah satu kapal yang sandar di dermaga TPM.....	66
Gambar 4.6. Sketsa pelayanan kapal di dermaga TPM .....	69
Gambar 4.7. Konsep desain simulasi antrean ARENA .....	77
Gambar 4.8. <i>Sq Error</i> pola distribusi kedatangan kapal .....	79
Gambar 4.9. Pola distribusi kedatangan kapal tahun 2019 .....	79
Gambar 4.10. Simulasi tingkat pemanfaatan <i>container crane</i> ARENA 2019 .....	83
Gambar 4.11. Uji verifikasi pada model awal simulasi di TPM .....	84
Gambar 4.12. Tingkat pemanfaatn <i>container crane</i> pad atahun 2019.....	88
Gambar 4.13. Waktu terpakai pelayanan CC tahun 2020- 2025 .....	90
Gambar 4.14. Tingkat pemanfaatan <i>container crane</i> Tahun 2020- 2025 .....	91
Gambar 4.15. Jumlah arus petikemas di TPM tahun 2016- 2025 .....	94



Gambar 4.16. Utilitas *container crane* di TPM tahun 2016- 2025..... 95



## Daftar Tabel

Tabel 1.1 Arus petikemas Terminal Petikemas Makassar 2010-2017.....	8
Tabel 1.2 Utilitas <i>container crane</i> Terminal Petikemas Makassar 2016-2018.....	8
Tabel 2.1. Ukuran petikemas berdasarkan ISO .....	32
Tabel 2.2. Kategori ukuran kapal petikemas .....	40
Tabel 2.3. Hasil undian .....	45
Tabel 3.1. <i>Input- Output</i> analisis penelitian .....	60
Tabel 4.1. Fasilitas alat di Terminal Petikemas Makassar .....	67
Tabel 4.2. Fasilitas utama di Terminal Petikemas Makassar .....	68
Tabel 4.3. Hasil pengelompokkan potensi wilayah <i>hinterland</i> .....	70
Tabel 4.4. Jumlah penduduk Provinsi Sul-Sel Tahun 2009-2018 .....	72
Tabel 4.5. PDRB Provinsi Sul-Sel Tahun 2009-2018 .....	72
Tabel 4.6. Produksi hasil pertanian Provinsi Sul-Sel Tahun 2009-2018 .....	73
Tabel 4.7. Data angka perdagangan di Provinsi Sul- Sel Tahun 2009- 2018 .....	74
Tabel 4.8. Hasil iterasi tiap variabel arus kunjungan di TPM .....	75
Tabel 4.9. Hasil Peramalan kunjungan kapal petikemas di TPM 2009- 2025 .....	76
Tabel 4.10. Jumlah <i>output</i> kondisi awal dan simulasi .....	77
Tabel 4.11. Hasil uji pola distribusi waktu pelayanan setiap CC .....	80
Tabel 4.12. Jumlah kapal dan petikemas yang dilayani setiap CC .....	82
Tabel 4.13. Kapasitas petikemas yang dilayani setiap CC dalam 1 tahun .....	83
Tabel 4.14. Persamaan pola distribusi waktu pelayanan setiap CC .....	85
Tabel 4.15. Jumlah <i>output</i> kondisi awal dan simulasi .....	87
Tabel 4.16. Standar kinerja di Terminal Petikemas Makassar .....	89
Tabel 4.17. Waktu terpakai <i>container crane</i> Tahun 2020- 2025 .....	91
Tabel 4.18. Tingkat pemanfaatan <i>container crane</i> Tahun 2020- 2025 .....	92
Tabel 4.19. Standar kinerja tingkat pemanfaatan CC tahun 2020- 2025 .....	93
Tabel 4.20. Rerata pertumbuhan jumlah arus petikemas di TPM 2020- 2025.....	82
Tabel 4.21. Rerata tingkat pemanfaatan container crane tahun 2016- 2025.....	96
Tabel 4.22. Tingkat pemanfaatan <i>container crane</i> tahun 2016- 2025.....	97



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan kegiatan perpindahan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain yang berlangsung dalam suatu ruang. Unsur utama sistem transportasi dalam prosesnya terdiri atas obyek (orang atau barang), sarana transportasi, prasarana, dan regulasi. Transportasi secara garis besar dibagi atas 3 yakni, Transportasi Darat, Transportasi Laut dan Transportasi Udara. Transportasi memiliki beberapa peran terhadap ekonomi, sosial, politik dan dalam lingkungan. Ditinjau dari perannya transportasi memiliki peran yang sangat mempengaruhi dalam pertumbuhan suatu daerah (Jinca, 2011).

Di Indonesia, transportasi laut sebagai primadona dalam melakukan kegiatan perpindahan barang maupun orang, dikarenakan secara geografis Indonesia memiliki beribu pulau yang di batasi oleh lautan. Sehingga Indonesia memiliki tantangan sendiri dalam mengembangkan transportasi laut.

Salah satu komponen penting dari sistem transportasi laut untuk negara kepulauan seperti Indonesia adalah pelabuhan. Pelabuhan berperan sebagai simpul moda transportasi laut dengan darat dalam menunjang dan menggerakkan perekonomian, dan berfungsi sebagai gerbang komoditi perdagangan dalam suatu wilayah serta merupakan tempat bongkar muat barang, embarkasi dan debarkasi bagi penumpang kapal laut (Idrus dan Afli, 2013). Maka dari itu dalam merencanakan sistem transportasi laut



perlu memperhatikan aspek pelayanan kapal dan kecepatan bongkar muat barang.

Pelabuhan- pelabuhan yang ada di Indonesia dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) PT. Pelabuhan Indonesia Persero (Pelindo). Dimana Pelindo ini membagi wilayah perairan Indonesia menjadi 4 bagian, yang dikelola langsung oleh pelindo cabang setiap wilayah, yakni Pelindo I, Pelindo II, Pelindo III, dan Pelindo IV. Pelindo IV sendiri beroperasi di 11 provinsi Indonesia bagian timur dan Pelabuhan Makassar menjadi pusat pengelolannya.

Pelabuhan Makassar sendiri memiliki empat terminal yang beroperasi, yaitu:

1. Terminal Soekarno: melayani aktivitas terminal penumpang, *general cargo*, curah cair, curah kering, petikemas konvensional, dan Cargo terminal
2. Terminal Petikemas Makassar: Melayani aktivitas petikemas
3. Pangkalan Paotere: Melayani aktivitas pelayaran rakyat dan tambatan kapal negara
4. Makassar New Port: Masih dalam tahap pembangunan yang nantinya akan melayani kapal- kapal berkapasitas besar seperti kapal *post panamax* dengan ukuran 5,101- 10,000 TEU dan direncanakan akan dioperasikan di

akhir tahun 2019



Tabel 1.1 Arus petikemas Terminal Petikemas Makassar (2010- 2017)

Tahun	B/M (TEU's)	%
2010	442.553	
2011	450.567	1,78
2012	529.316	14,88
2013	550.915	3,92
2014	562.046	1,98
2015	558.957	-0,55
2016	597.33	6,42
2017	610.819	2,21
<b>Pertumbuhan Rata- rata Arus B/M TPM</b>		<b>4,38</b>

Dari tabel 1.1 menunjukkan data arus petikemas dalam jangka waktu dari tahun 2010- 2017 mengalami pertumbuhan rata- rata sekitar 4,38%. Pada tahun 2017 realisasi arus petikemas telah mencapai 610.819 TEU's sedangkan kapasitas tersedia di Terminal Petikemas Makassar adalah 700.000 TEU's (Sumber: PELINDO IV, Jusma, 2019).

Tabel.1.2. Utilitas *Container Crane* 2016- 2018 di TPM

Tahun	Utilitas Container Crane (%)							UUC/ Tahun (%)
	CC 1	CC 2	CC 3	CC 4	CC 5	CC 6	CC 7	
2016	49.96	50.92	46.35	47.48	52.15	50.88	48.17	49.42
2017	65.21	56.49	64.77	88.27	62.60	16.69	53.45	58.21
2018	70.17	59.53	86.87	99.43	69.44	0.00	58.06	63.36

(Sumber: Terminal Petikemas Makassar)

Berdasarkan tabel 1.2. rerata tingkat pemanfaatan *container crane* dari tahun 2016 hingga tahun 2018 mengalami kenaikan. Pada tabel 1.2. juga dapat dilihat bahwa pada tahun 2018 ada salah satu *container crane* yang tidak beroperasi dikarenakan salah satu *container crane* mengalami *maintenance* dan



sejak akhir tahun 2018 beberapa alat bongkar muat di Terminal Petikemas Makassar dipindahkan ke Makassar *New Port*. Hal ini juga telah disampaikan langsung oleh Kepala Otoritas Pelabuhan Makassar (Sumber:Tribun-timuer.com).

Maka dari itu, perlu dilakukan analisa untuk mengetahui tingkat pemanfaatan alat bongkar muat pada fasilitas yang tersedia di Terminal Petikemas Makassar.

Analisa tingkat pemanfaatan alat bongkar muat dapat dilakukan dengan beberapa metode, yakni diantaranya adalah, dengan formula umum utilisasi alat dan simulasi, penelitian ini menggunakan metode simulasi. Menurut Hasan (2002), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Adapun kelebihan dari metode simulasi dibandingkan metode lainnya menurut Ekoanindiyo (2011) adalah model simulasi dengan mudah memodelkan peristiwa *random* (acak) sehingga dapat memberikan gambaran kemungkinan- kemungkinan apa yang dapat terjadi dan dapat menghindari risiko yang mungkin terjadi karena penerapan sistem baru.

Untuk melakukan simulasi ini menggunakan salah satu perangkat lunak simulasi yaitu ARENA, karena perangkat lunak ARENA yang paling umum

akan secara internasional dan lebih memudahkan kita dalam menganalisa proses antrian dengan mempertimbangkan pola distribusi antrian, yakni pola



distribusi kedatangan kapal dan pola distribusi pelayanan yang beragam (Wirabhuaana, 2006). Sehingga penulis tertarik melakukan penelitian tugas akhir dengan mengangkat judul “SIMULASI TINGKAT PEMANFAATAN ALAT BONGKAR MUAT DI TERMINAL PETIKEMAS MAKASSAR MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ARENA”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasar dari permasalahan yang disebutkan pada latar belakang, maka rumusan masalah penelitian adalah apakah fasilitas bongkar muat yang tersedia di Terminal Petikemas Makassar masih mampu melayani muatan petikemas hingga tahun 2025?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup pada batasan dan asumsi penelitian.

### 1.3.1 Batasan Masalah

Untuk pembahasan yang lebih terarah maka penulis membatasi penelitian ini, sebagai berikut:

1. Data arus kunjungan kapal petikemas di Terminal Petikemas Makassar adalah tahun 2009-2018
2. Alat bongkar yang akan disimulasikan hingga tahun 2025 adalah *container crane* yang ada di dermaga Terminal Petikemas Makassar

metode yang digunakan adalah metode simulasi menggunakan software ARENA



4. Data yang digunakan adalah data waktu kedatangan dan waktu pelayanan kapal di Terminal Petikemas Makassar bukan Makassar *New Port*

### 1.3.2 Asumsi

Untuk mempermudah pembuatan analisis model dan sistem pelayanan petikemas maka diasumsikan bahwa:

1. Aktivitas pelayanan bongkar muat dianggap berjalan normal
2. Seluruh operator memiliki kinerja yang sama dan telah berpengalaman
3. Semua peralatan dalam keadaan siap operasi dan tidak sedang berada dalam jadwal pemeliharaan (*maintenance*)
4. Proses bongkar muat petikemas dari satu kapal dilayani oleh satu *container crane*

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah di kemukakan sebelumnya, maka yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah kunjungan kapal di Terminal Petikemas Makassar hingga tahun 2025
2. Menentukan jumlah arus bongkar muat petikemas di Terminal Petikemas Makassar hingga tahun 2025
3. Menentukan tingkat pemanfaatan alat bongkar muat di Terminal Petikemas Makassar hingga tahun 2025



## 1.5 Hasil dan Manfaat Penelitian

Adapun hasil dan manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Sebagai bahan pertimbangan bagi pihak pengelola pelabuhan dalam perencanaan dan pengoptimalan pemanfaatan alat bongkar muat Terminal Petikemas Makassar
2. Sebagai bahan referensi bagi peneliti selanjutnya, khususnya penelitian yang berkaitan dengan tingkat pemanfaatan alat bongkar muat di Pelabuhan

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk membantu materi yang dibahas dalam penelitian ini maka uraian singkat bab adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematikan penulisan.

### **BAB 2 Landasan Teori**

Pada bab ini membahas tentang teori- teori dari literatur yang berhubungan dengan studi tingkat pemanfaatan alat bongkar muat di suatu terminal di Pelabuhan

### **BAB 3 Metode Penelitian**

Pada bab ini dikemukakan lokasi penelitian, jenis dan sumber data, metode pengambilan data, teknik analisa data, diagram alur penelitian, penyajian data



eksisting alat bongkat muat, sosio- ekonomi kawasan *hinterland* dan sebagainya.

#### **BAB 4 Pembahasan**

Dalam bab ini berisi analisis hasil dari penelitian yang alhirnya akan mengeluarkan suatu uoutput berupa arahan atau rencana yang direkomendasikan.

#### **BAB 5 Penutup**

Dalam bab ini disimpulkan hasil analisa serta diberikan beberapa saran yang berhubungan dengan hasil penelitian itu sendiri.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Transportasi**

Transportasi merupakan komponen utama berfungsinya suatu kegiatan ekonomi, sosial, budaya, dan politik masyarakat. Tingkat mobilitas perekonomian serta pola kehidupan masyarakat erat kaitannya dengan ketersediaan fasilitas transportasi. Jaringan transportasi laut terdiri atas jaringan prasarana dan pelayanan ( Jinca, 2011).

##### **2.1.1 Peranan Transportasi**

Secara lebih khusus, transportasi mempunyai beberapa peranan penting, yakni peranan ekonomi transportasi, peranan sosial transportasi, peranan politik transportasi, dan peranan lingkungan dari transportasi (Morlok, 1984). Lebih lanjut menurut Jinca (2011), memaparkan penjelasan peranan transportasi sebagai berikut :

1. Peranan ekonomi dan transportasi
  - a. Memperluas daerah cakupan barang atau jasa yang dapat di konsumsi di suatu wilayah. Hal ini memungkinkan pemanfaatan sumber-sumber yang lebih murah atau yang berkualitas lebih tinggi.
  - b. Penggunaan sumber bahan yang lebih efisien memungkinkan terjadinya spesialisasi atau pembagian pekerjaan. Hal ini mengakibatkan peningkatan jumlah maupun kualitas barang-barang



untuk dikonsumsi dan terkonsentrasinya aktivitas produksi pada sejumlah tempat tertentu.

c. Penyediaan fasilitas transportasi memungkinkan persediaan bahan untuk produksi tidak terbatas pada suatu daerah dan dapat diperoleh dari daerah-daerah lainnya. Hal ini memberikan peluang untuk memproduksi lebih banyak tanpa hambatan yang disebabkan oleh kekurangan bahan untuk kegiatan berproduksi.

## 2. Peranan sosial dari transportasi

a. Memungkinkan pola spesialisasi dari aktivitas manusia. Hal ini memberikan pilihan-pilihan lokasi yang lebih banyak bagi tempat-tempat bermukim dan melakukan berbagai kegiatan, sesuai dengan keinginan atau kebutuhan manusia itu sendiri.

b. Memberikan pilihan-pilihan bagi manusia tentang pola dan tempat mereka bermukim untuk melaksanakan aktivitasnya, apakah mengelompok dengan kepadatan tinggi atau menyebar. Selanjutnya memberikan kebebasan dalam memilih gaya hidup maupun cara-caranya melakukan kegiatan.

## 3. Peranan politis dari transportasi

a. Transportasi dan komunikasi memungkinkan pelaksanaan pemerintah suatu wilayah lebih luas dapat dilakukan oleh pemerintah.

b. Transportasi dan komunikasi memungkinkan timbulnya interaksi dalam masyarakat dan ini sangat mempengaruhi struktur ekonomi, sosial maupun politik dari masyarakat tersebut.



4. Peranan lingkungan dari transportasi
  - a. Umumnya dapat di anggap bahwa peranan ini adalah negative seperti halnya penggunaan sumber-sumber alam dan pencemaran lingkungan.
  - b. Di lain pihak transportasi memungkinkan pula manusia untuk melakukan perjalanan untuk menikmati lingkungan alamiah.
  - c. Kemampuan manusia untuk melakukan perjalanan dengan sistem transportasi yang menunjang dapat memberi kesempatan untuk melakukan pilihan terhadap tindakan dan memasukan sebagai faktor pertimbangan dalam pelestarian dan pengamanan terhadap lingkungan alamiah.

### 2.1.2 Fungsi Transportasi

Untuk menunjang perkembangan ekonomi yang mantap perlu dicapai keseimbangan antara penyediaan dan permintaan jasa angkutan. Jika penyediaan jasa angkutan lebih kecil daripada permintaannya, akan terjadi kemacetan arus barang yang dapat menimbulkan kegoncangan harga di pasaran. Sebaliknya, jika penawaran jasa angkutan melebihi permintaannya maka akan timbul persaingan tidak sehat yang akan menyebabkan banyak perusahaan angkutan rugi dan menghentikan kegiatannya, sehingga penawaran jasa angkutan berkurang, selanjutnya menyebabkan ketidaklancaran arus barang dan kegoncangan harga di pasar (Nasution, 2004).



Pengangkutan berfungsi sebagai faktor penunjang dan peransang pembangunan (*the promoting sector*) dan pemberi jasa (*the servicing sector*)

bagi perkembangan ekonomi. Fasilitas pengangkutan harus dibangun mendahului proyek-proyek pembangunan lainnya. Jalan harus dibangun mendahului pembangunan proyek pertambangan batu bara atau proyek perkebunan kelapa sawit. Perluasan dermaga di pelabuhan didahulukan daripada pembangunan pabrik pupuk yang akan dibangun, guna melancarkan pengiriman peralatan pabrik dan bahan baku serta penyaluran hasil produksi ke pasar setelah pabrik beroperasi. Jika kegiatan-kegiatan ekonomi telah berjalan, jasa angkutan perlu terus tersedia untuk menunjang kegiatan-kegiatan tersebut. Demikianlah fungsi perkembangan pengangkutan tersebut menunjang pembangunan, merangsang, dan melayani perkembangan ekonomi (Nasution, 2014).

## 2.2 Pelabuhan

Pelabuhan merupakan bagian yang sangat penting dari sistem transportasi laut karena pelabuhan merupakan sarana utama untuk kapal melakukan bongkar dan muat barang maupun penumpang.

### 2.2.1 Pengertian Pelabuhan

Pelabuhan adalah terminal bagi moda angkutan laut, dimana terminal suatu tempat dimana penumpang atau barang masuk dan meninggalkan sistem (Morlok, 1978, hal.247), terminal merupakan komponen penting dari seluruh sistem transportasi, terminal merupakan komponen penting dari seluruh sistem transportasi. Kapasitas, rute, trayek, sangat dipengaruhi oleh tingkat pelayanan terminal (UNCTAD, 1978, hal.3).



Namun ada beberapa pengertian lain tentang Pelabuhan:

1. Menurut Kramadibrata (1985), pelabuhan adalah sebagai tempat yang melindungi dari gerakan gelombang laut, sehingga bongkar muat dapat dilaksanakan demi menjamin keamanan barang. Kadang-kadang pada suatu lokasi pantai dapat memenuhi keadaan dimana kedalaman air/kolam labuh memenuhi persyaratan untuk ukuran kapal tertentu, sehingga kapal hanya dibutuhkan bangunan suatu tambatan untuk merapatkannya sehingga bongkar muat dapat dilaksanakan.
2. Menurut Triatmojo (1996), pelabuhan adalah perairan yang terlindungi terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga untuk kapal dapat bertambat dan labuh untuk bongkar muat barang, gudang laut (transito) dan tempat-tempat penyimpanan dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan.
3. Menurut Jinca (2001), pelabuhan sebagai suatu daerah perairan yang terlindungi dari badai, ombak dan arus, sehingga kapal-kapal dapat melakukan olah gerak bersandar membuang jangkar sedemikian rupa sehingga bongkar muat terlaksana dengan aman.
4. Menurut Idrus (1995), pelabuhan adalah salah satu wilayah yang terdiri atas daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat bertambat dan berlabuhnya kapal untuk menurunkan dan barang, penumpang, hewan dan tumbuhan yang dilengkapi dengan berbagai sarana dan prasarana untuk melayani kegiatan tersebut dengan aman dan lancar.



5. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 69 tahun 2001, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi yang menggunakan sebagai tempat bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas penunjang serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.
6. Pelabuhan merupakan titik simpul dari mata rantai sistem transportasi serta merupakan pintu gerbang (*gateway*) khususnya bagi transportasi laut dalam rangka kegiatan lalu lintas barang, petikemas, pergerakan penumpang dan hewan. Dengan demikian pelabuhan mempunyai peran dan fungsi dalam menunjang pertumbuhan ekonomi (Pelabuhan Indonesia, 2000, hal 52).
7. Pelabuhan secara umum dapat didefinisikan sebagai wilayah perairan yang terlindung baik secara alamiah maupun secara buatan, yang dapat digunakan sebagai tempat berlindung kapal dan melakukan aktivitas bongkar muat baik barang, manusia ataupun hewan serta dilengkapi dengan fasilitas terminal yang terdiri dari jembatan, gudang dan tempat penumpukan lainnya, dimana kapal melakukan transfer muatannya.

### 2.2.2 Peran dan Fungsi Pelabuhan

#### 1. Peran Pelabuhan

Pelabuhan merupakan sebuah industri jasa yang bersinergi dengan industri industri yang berada disekitarnya. Dengan didukung oleh fasilitas yang pula maka dapat mengundang pertumbuhan industri yang ada



disekitarnya. Menurut Sabirin S. (1989) peranan pelabuhan dapat dikelompokkan atas:

- a. Pelabuhan sebagai *interface* artinya pelabuhan menyediakan berbagai fasilitas dan pelayanan jasa atau servis yang dibutuhkan dalam rangka memindahkan barang dari kapal ke angkutan darat atau sebaliknya dan memindahkan dari satu kapal ke kapal lainnya.
- b. Pelabuhan sebagai link artinya pelabuhan dipandang sebagai salah satu mata rantai dalam proses transportasi mulai dari tempat asal barang sampai ke tempat tujuan, sehingga pelabuhan baik dilihat dari performance maupun dari segi biaya akan sangat mempengaruhi kegiatan transportasi secara keseluruhan.
- c. Pelabuhan sebagai *gateway* artinya sebagai pintu gerbang dari suatu negara atau daerah sebagaimana halnya pelabuhan udara sehingga dapat memegang peranan penting bagi perekonomian suatu negara atau daerah
- d. Pelabuhan sebagai *industry entity* artinya suatu daerah sekitar pelabuhan berkembang kantong-kantong industri yang dapat berorientasi kepada ekspor dari suatu daerah atau negara.

## 2. Fungsi Pelabuhan

Fungsi utama pelabuhan adalah untuk perpindahan muatan dan fungsi industri. Pelabuhan merupakan suatu perusahaan dalam sistem ekonomi yang

memerlukan perubahan struktur akibat keterlibatan berbagai pihak yang terkait dengan aktifitas pelabuhan. Pihak-pihak tersebut antara lain: pengusaha



pelabuhan selaku operator pelabuhan, pemilik kapal, pengirim barang, selaku pemakai jasa pelabuhan dan pemerintah. Pengusaha pelabuhan melengkapi fasilitas-fasilitas terhadap keperluan kegiatan kapal di pelabuhan, peralatan tambat, kegiatan bongkar dan muat di dermaga, pengecekan barang, pergudangan, penyediaan jaringan transportasi lokal di kawasan pelabuhan lainnya. Pemilik kapal membutuhkan pelayanan kapal selama di pelabuhan seefisien mungkin sehingga waktu kapal di pelabuhan dapat dipercepat. Pengirim barang membutuhkan jaminan atas terselenggaranya aliran barang keluar masuk pelabuhan dalam keadaan baik dan lancar, sehingga biaya yang terjadi serendah mungkin. Sedangkan menurut pemerintah dengan adanya kelancaran arus barang dapat diperoleh manfaat sosial yang maksimal.

Adapun fungsi lain dari pelabuhan antara lain:

- a. Pelabuhan berfungsi sebagai penyedia jasa dan melayani artinya pelabuhan menyediakan jasa dan melayani kegiatan labuh tambat, penundaan, pengepilan, bongkar muat barang, petikemas, gudang, lapangan penumpukan, dan lain-lain.
- b. Pelabuhan berfungsi sebagai pusat kegiatan artinya pelabuhan merupakan tempat melangsungkan kegiatan pemerintahan dan ekonomi.
- c. Pelabuhan sebagai tempat intra dan antar moda artinya pelabuhan sebagai tempat perpindahan atau pertukaran moda transportasi.



## 2.3 Daerah *Hinterland*

Perkembangan dan pertumbuhan suatu pelabuhan sangat ditentukan oleh luas wilayah layanannya. Dengan mengetahui wilayah layanan maka jumlah keluar masuknya barang melalui pelabuhan tersebut dapat diketahui. Wilayah layanan suatu pelabuhan dapat dibagi atas dua wilayah yaitu wilayah layanan belakang (*hinterland*) dan wilayah layanan kedepan (*foreland*).

### 2.3.1 Pengertian *Hinterland*

Pengertian *hinterland* yaitu "The areas of a country that are away from the coast, from the banks of large river or from the main cities : The Rural/agricultural hinterland" (Oxford University 2010) dan pengertian lain:

1. *The land directly ejection to and inland from a coast* (Daratan yang secara langsung berdekatan dengan sebuah pantai)
2. *A region served by a port city and its facilities* (Suatu daerah yang dilayani oleh suatu pelabuhan serta fasilitasnya).
3. *A region remote from urban areas ; back country* ( Suatu daerah yang digerakkan oleh daerah perkotaan).

Jadi *hinterland* adalah daerah belakang suatu pelabuhan, dimana luasnya relatif dan tidak mengenal batas administratif suatu daerah, provinsi, atau batas suatu negara tergantung ada atau tidaknya pelabuhan yang berdekatan dengan daerah tersebut. Jaringan transportasi darat: jalan raya, kereta api dan

ntas sungai memegang peranan penting pada suatu wilayah *hinterland*.



Rodrigue dan Nooteboom (2006) memperkenalkan istilah wilayah hinterland utama dan wilayah batasan kompetisi untuk membedakan antara wilayah *hinterland* suatu pelabuhan dimana arus barang dari wilayah tersebut paling mendominasi dan wilayah yang juga merupakan *hinterland* dari pelabuhan lain. Wilayah *hinterland* suatu pelabuhan dapat terpisah secara geografis, sehingga dalam hal ini faktor aksesibilitas dan volume arus muatan sangat berpengaruh dalam penentuan ukuran wilayah *hinterland*. Wang (2010) mengemukakan bahwa terdapat dua faktor yang berpengaruh terhadap daya saing pelabuhan yaitu kinerja pelabuhan dan jaringan hinterland pelabuhan. sehingga disimpulkan bahwa jaringan hinterland pelabuhan merupakan faktor penting yang mempengaruhi daya saing pelabuhan.

Ukuran dan luas *hinterland* bervariasi mulai dari daerah kecil, kota, dan negara-negara. Ukuran kepentingan ekonomi dan *hinterland* pelabuhan diantaranya:

- i. *Gross Domestic Product* (GDP)
- ii. Populasi dan angkatan kerja.
- iii. Luas dan karakter fisik.
- iv. Struktur perdagangan.
- v. Dan lain-lain.

Sedangkan faktor atau kendala yang sangat menentukan ukuran atau

embangan *hinterland* adalah:

- a) Batasan fisik, seperti gunung, gurun, dll.



- b) Jaringan transportasi.
- c) Aspek operasional.
- d) Aspek politik.

Seluruh aspek diatas merupakan hal penting dalam menentukan hasil ramalan arus barang pada suatu pelabuhan.

## 2.4 Terminal Petikemas

Kontainerisasi diartikan sebagai pengangkutan barang dalam peti besar yang mempunyai ukuran tertentu. Pengangkutan muatan laut dengan kontainer dimulai pada tahun lima puluhan dan mulai berkembang menjelang tahun enam puluhan. Ternyata kontainerisasi mengakibatkan suatu revolusi dibidang pengangkutan dan membawa pengaruh terhadap semua sub sistem dari segi operasi maupun administrasi. Dewasa ini perhatian dunia dalam bidang transportasi tertuju pada kontainer *transportation system* yang telah terbukti merupakan suatu kesuksesan dalam bidang transportasi terutama di Negara-negara industri. Tujuan utama yang dikehendaki dalam sistem ini adalah kecepatan bongkar muat. Untuk menghasilkan bongkar muat yang cepat diperlukan organisasi dari terminal yang sempurna, karena terminal (pelabuhan) merupakan faktor yang sangat menentukan mata rantai dalam penanganan kontainer dari kapal ke darat atau sebaliknya.

Berdasarkan ketentuan pasal I dari keputusan Direksi Pelabuhan Indonesia nomor H 1<56/2/4/P.II-2000, yang dimaksud dengan terminal petikemas adalah terminal yang dilengkapi dengan sekurang kurangnya dengan fasilitas



berupa tambatan, dermaga, lapangan penumpukan (*container yard*) serta peralatan yang layak untuk melayani kegiatan bongkar muat petikemas antara lain:

1. **Unit Terminal Petikemas** adalah terminal di pelabuhan yang khusus melayani petikemas dengan sebuah lapangan (*yard*) yang luas dan diperkeras untuk bongkar muat dan menumpuk petikemas yang dibongkar atau yang akan dimuat ke kapal. Untuk bongkar muat suatu kapal, di UTPK di perlukan satu lapangan luas tertentu bagi satu kapal untuk menimbun sementara petikemas-petikemas yang baru dibongkar atau menyusun petikemas-petikemas yang akan dimuat karena petikemas harus dimuat sesuai urutan dalam penyusunan di dalam kapal. Lapangan luas tersebut dinamakan *marshalling yard*. Di UTPK juga terdapat lapangan penimbunan untuk *stacking kontainer*. Peralatan yang digunakan untuk memindahkan dan menimbun petikemas adalah *top loader*, *straddle carrier* dan *transtainer*. Sedangkan alat untuk pengangkutannya adalah *chassis* dan *prime mover*.
2. **Container yard** adalah kawasan di daerah pelabuhan yang digunakan untuk menimbun petikemas yang akan dimuat atau dibongkar dari kapal.
3. **Container Freight Station** adalah kawasan yang digunakan untuk menimbun petikemas, melaksanakan *stuffing* dan *stripping*.
4. **Inland Container Depot** adalah kawasan di pedalaman atau di luar daerah pelabuhan yang berada dibawah pengawasan Bea Cukai yang digunakan untuk menimbun petikemas yang akan diserahkan kepada consignee atau diterima dari *shipper*.



## 2.4.2 Fasilitas Terminal Petikemas

Suatu pelabuhan petikemas sudah seharusnya mempunyai suatu sistem pelayanan operasi, dimana faktor area dan peralatan sangat menentukan. Ini semua bertujuan untuk menunjang kecepatan yang diharapkan oleh pengguna jasa maupun perdagangan. Faktor penentuan sistem operasional petikemas, terminal merupakan suatu penentuan dalam menunjang kegiatan, selain itu juga adalah faktor penentu lapangan yang digunakan, bentuk lapangan, arus masuk dan arus keluar dari *cargo*, *reefer*, *dangerous*, dan lokasi dari *container freight station* (CFS).

Untuk beroperasinya terminal petikemas memerlukan izin operasi Direktu Jenderal Perhubungan Laut dan tarifnya ditentukan oleh Menteri Perhubungan. Untuk dapat beroperasi terminal tersebut memerlukan syarat — syarat fasilitas yang harus dimiliki antara lain PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia IV:

### 1. Dermaga

Dermaga petikemas yaitu tambatan yang digunakan bersandarnya kapal petikemas.





Gambar 2.1. Dermaga petikemas

## 2. Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan terbagi atas beberapa bagian:

- *Marsyalling yard* adalah suatu area pada terminal petikemas yang digunakan untuk menampung kegiatan handling petikemas yang terdiri dari *import stacking yard* dan *export stacking yard*.
- *Container yard* adalah area yang dipakai untuk menyerahkan dan menerima petikemas (*receiving/delivery*), untuk menumpuk petikemas *export*, *import* serta petikemas kosong dan juga untuk menampung alat – alat bongkar muat petikemas yang sedang *stand by*.
- *Maintenance Repair Shop* yaitu tempat didalam terminal petikemas yang digunakan untuk perawatan, pemeliharaan, dan perbaikan peralatan bongkar muat petikemas.



- *Gate* dan *Intercharge* yaitu digunakan sebagai pintu masuk dan keluarnya petikemas yang dilengkapi alat untuk memeriksa petikemas yang juga dilengkapi timbangan.
- *Control Center* yaitu tempat dalam lokasi petikemas yang digunakan untuk memantau segala gerakan petikemas saat masuk sampai keluar.
- Depo Petikemas yaitu tempat untuk menampung petikemas kosong, depo petikemas ini bisa didalam terminal petikemas maupun diluar terminal petikemas.

### 3. Peralatan Bongkar Muat

Peralatan bongkar muat petikemas terdiri atas:

- *Container crane* (CC) adalah alat mekanis untuk memuat/mengangkat petikemas dari sisi lambung kapal diatas chasis ke kapal atau sebaliknya. Alat ini dapat berjalan disepanjang dermaga karena alat tersebut berdiri diatas kaki yang beroda, diatas rel atau dengan ban. Untuk proses bongkar/muat, *Container crane* ini mampu mengangkat sebanyak 20 – 25 box per jamnya. Dengan memakai alat ini banyak keuntungan yang dapat diraih, salah satunya kecepatan membongkar/memuat barang sehingga mampu menghemat waktu.

Adapun kendalanya adalah berat/kapasitas muatan petikemas yang melebihi kapasitas daya angkut CC, kondisi cuaca yang tidak



mendukung, kecepatan perputaran dari tiap headtruck dalam memindahkan petikemas sehingga CC harus menunggu untuk beberapa waktu, misalnya tarif yang diberlakukan untuk pemakaian alat ini. Perusahaan pelayaran masih banyak yang memakai sistem konvensional dibanding sistem paket ini.



Gambar .2.2. *Container crane*

- *Transtainer* (TT) adalah digunakan untuk melaksanakan kegiatan pada *container yard* (CY) dimana dengan alat tersebut akan meningkatkan pemakaian area yang lebih produktif dibandingkan dengan peralatan lainnya. Alat ini untuk menyusun/*stucking* kontainer di *container yard* (CY) dan sewaktu akan menyerahkan petikemas kepada penerima dimana *transtainer* akan melakukan gerakan *lift on* keatas *chasis* dan *lift off* untuk perlakuan sebaliknya.





Gambar 2.3. *Transtainer*

- *Head Truck /Chasis System* adalah alat yang digunakan untuk mengangkut petikemas dari sisi lambung kapal ke lapangan (CY) atau sebaliknya dan angkutan pindah lokasi antar CY atau CY kelapangan serbaguna II (*stuffing/stripping*). Alat ini dilengkapi dengan adapter untuk mengunci sudut petikemas (*Container casting*) dan ukuran panjangnya terdiri dari 20' dan 40'.



Gambar 2.4. *Head truck*

- *Reach Stacker* yakni perlakuannya sama dengan *transtrainer* untuk *stacking, lift on/lift off* kontainer. *Reach stacker* tersebut bekerja dengan sistem digital.





Gambar 2.5. *Reach stacker*

- *Top Leader* alat ini digunakan di lapangan serbaguna II untuk kegiatan *stuffing/stripping*. Kecuali dalam keadaan tertentu dimana transtrainer mengalami kerusakan atau dalam keadaan sibuk, alat ini digunakan di CY, untuk *stucking* (menumpuk), dan *lift on/lift off* kontainer. Dibandngkan semua alat yang ada *Top Leader* inilah yang paling rendah.

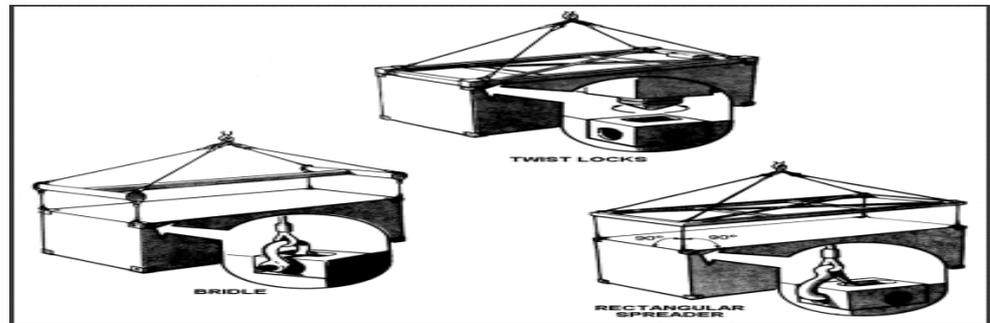


Gambar 2.6. *Top leader*

- *Bottom Lift* alat ini digunakan dilapangan serba guna juga untuk kegiatan *stuffing/stripping*. Kecuali dalam keadaan tertentu dimana transtrainer mengalami kerusakan atau dalam keadaan sibuk, alat ini digunakan di CY untuk *stacking* (menumpuk), dan *lift on/lift off* kontainer. Untuk proses *stuffing/stripping*, petikemas diangkat



melalui lubang pada bagian bawah, sehingga proses pengangkutan petikemas dengan *system Top Leader*.



Gambar 2.7. *Bottom lift*

- *Fork Lift* alat ini digunakan untuk kegiatan CFS (*stuffing/stripping*) barang dari dan ke petikemas dan dapat pula digunakan untuk kegiatan *Delivery Cargo*. Khusus untuk *forklift* yang melayani kegiatan petikemas ukurart tertentu, terutama pada ukuran tertinggi (*Low Must*). Hal ini mengingat terbatasnya tinggi bagian dari petikemas.



Gambar 2.8. *Forklift*



### 2.4.3 Faktor- Faktor yang mempengaruhi operasional terminal petikemas

Terminal petikemas adalah terminal dimana dilakukan pengumpulan petikemas dari *hinterland* ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun terminal petikemas (Unit Terminal Kontainer disingkat secara umum "UTC") yang lebih besar lagi. Ukuran petikemas dan kapasitas terminal petikemas tergantung pada ketersediaan lahan dan kondisi tanah, peralatan penanganan petikemas, sistem operasi, fasilitas petikemas dan perkiraan jumlah petikemas yang keluar dan masuk melalui terminal petikemas. Apabila ketersediaan lahan cukup maka petikemas tidak perlu ditumpuk dan tidak memerlukan fasilitas tambahan, namun dalam sistem ini jarak angkut menjadi lebih jauh sehingga dibutuhkan peralatan transfer. Lapangan penumpukan digunakan untuk menempatkan petikemas yang akan dimuat ke kapal atau setelah dibongkar dari kapal baik yang berisi muatan ataupun petikemas kosong.

Berdasarkan buku perencanaan pelabuhan oleh Bambang Triatmojo, adapun beberapa faktor yang mempengaruhi operasional terminal petikemas yakni :

1. *Dwelling Time*
2. Kapasitas Lapangan Penumpukan
3. Fasilitas Pelabuhan

Kondisi Prasarana

Pelayanan Pelabuhan

Alat Bongkar Muat



## 7. Hinterland

### 2.5 Utilisasi Alat Bongkar Muat

#### 2.5.1 Utilitas *Container Crane* (UCC)

Tingkat pemakaian *container crane* merupakan jumlah petikemas (ton barang) dalam satu periode (bulan/tahun) yang melewati dermaga, dan dapat dilayani oleh *container crane* diformulasikan sesuai persamaan berikut (Wahidah, 2019):

$$UCC = \frac{X}{N_{cc} \cdot Y_{cc} \cdot BWT \cdot Wd} \times 100\% \quad (2.11)$$

Dimana :

UCC= Utilitas *container crane* (%)

X = Perkiraan jumlah TEUs/ *Box* yang diangkut dipelabuhan per Tahun

N<sub>cc</sub> = Jumlah *crane*

Y<sub>cc</sub> = Jumlah TEUs/*Box* yang diangkut oleh *crane* / jam

BWT= Jam kerja per hari

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun

#### 2.5.2 Utilitas *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG)

Tingkat pemakaian RTG adalah jumlah petikemas (ton barang) dalam satu periode (bulan/tahun) yang melewati lapangan penumpukan dan dapat dilayani oleh RTG, diformulasikan sesuai persamaan berikut (Wahidah, 2019):



$$\text{URTG} = \frac{X}{\text{Nrtg} \cdot \text{Yrtg} \cdot \text{BWT} \cdot \text{Wd}} \times 100\% \quad (2.12)$$

Dimana :

URTG = Utilitas *rubber tyred gantry crane* (%)

X = Perkiraan jumlah TEUs/ *Box* yang diangkut dipelabuhan per Tahun

Nrtg = Jumlah *crane*

Yrtg = Jumlah TEUs/ *Box* yang diangkut oleh *crane* / jam

BWT = Jam kerja per hari

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun

### 2.5.3 Utilitas Peralatan Pendukung

Tingkat pemakaian pralatan pendukung (*Head Truck, Forkift, Stadler, Sky Loadeer, Side loader, dll*) merupakan jumlah petikemas (ton barang) dalam satu periode (bulan/tahun) yang melewati dermaga, dan dapat dilayani oleh peralatan, diformulasikan sesuai persamaan berikut (Wahidah, 2019)::

$$U_a = \frac{X}{N_a \cdot Y_a \cdot \text{BWT} \cdot \text{Wd}} \times 100 \quad (2.13)$$

Dimana :

U<sub>a</sub> = Utilitas peralatan (%)

X = Perkiraan jumlah TEUs yang diangkut di pelabuhan per tahun

N<sub>a</sub> = Jumlah alat

Y<sub>a</sub> = Jumlah TEUs yang diangkut oleh alat / jam



BWT = Jam kerja per hari

## 2.6 Petikemas

### 2.6.1 Pengertian petikemas

Petikemas (*container*) adalah suatu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali dan dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada didalamnya.

Filosofi dibalik petikemas adalah membungkus atau membawa muatan dalam peti-peti yang sama dan membuat semua kendaraan dapat mengangkutnya sebagai satu kesatuan baik kendaraan itu berupa kapal laut, kereta api atau truck dan dapat membawanya secara cepat, aman dan efisien.

### 2.6.2 Ukuran Petikemas

Agar pengoperasian petikemas dapat berjalan dengan baik maka semua pihak yang terlibat harus menyetujui agar ukuran-ukuran dari petikemas harus sama dan sejenis serta mudah diangkut.

Badan *International Standard Organization* (ISO) telah menetapkan ukuran-ukuran dari petikemas yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Tabel 2.1 Ukuran Petikemas berdasarkan ISO

Keterangan	Satuan	Ukuran Petikemas			
		20 kaki	40 kaki	45 kaki	
Dimensi luar	Panjang	Meter	6,058	12,192	13,716
	Lebar	Meter	2,438	2,438	2,438
	Tinggi	Meter	2,591	2,591	2,896
Dimensi dala	Panjang	Meter	5,758	12,032	13,556
	Lebar	Meter	2,352	2,352	2,352
	Tinggi	Meter	2,385	2,385	2,698
Bukaan pintu	Lebar	Meter	2,343	2,343	2,343
	Tinggi	Meter	2,28	2,28	2,585
Volume		m <sup>3</sup>	33,1	67,5	86,1
Berat kotor		Ton	24	30,48	30,48
Berat kosong		Ton	2,2	3,8	4,8
Muatan bersih		Ton	22,1	27,39	29,6

Sumber: ISO

Ukuran muatan dalam pembongkaran/pemuatan kapal petikemas dinyatakan dalam TEU (*twenty foot equivalent unit*). Oleh karena itu ukuran standar dari petikemas dimulai dari panjang 20 feet, maka satu petikemas 20' dinyatakan sebagai 1 TEU dan petikemas 40' dinyatakan sebagai 2 TEU atau sering juga dinyatakan dalam FEU (*forty foot equivalent unit*). Meskipun ukuran petikemas dari luar adalah seragam atau sama, namun petikemas dikeluarkan dalam berbagai variasi sesuai kegunaannya.

Variasi tersebut dapat dilihat berdasarkan bentuk, ukuran, barang yang dimuat dan cara pengisian muatan kedalamnya. Ada petikemas yang berbentuk kotak, tabung ataupun flat. Ada yang berukuran besar dan kecil. Ada yang muat barang padat, cair ataupun curah. Ada yang dapat diisi dari depan,



samping atau dari atas. Juga ada yang khusus dilengkapi dengan pendingin untuk muatan beku.

### 2.6.3 Penanganan Petikemas

Penanganan bongkar muat di terminal petikemas dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *lift on/lift off* (Lo/Lo) dan *roll on/roll off* (Ro/Ro). Pemakaian kedua metode tergantung pada cara kapal bongkar muat muatannya. Pada metode 1-0/1-40, bongkar muat dilakukan secara vertikal dengan menggunakan *crane*, baik *crane* kapal, *crane* mobil dan atau *crane* tetap yang ada didermaga (*quai gantry crane*). Pada metode Ro/Ro, bongkar muat dilakukan dengan cara horizontal dengan menggunakan truk/trailer.

Penanganan petikemas di lapangan penumpukan (*container yard*) dapat dilakukan dengan menggunakan sistem:

- a. *Forklift truck*, *reach stacker* dan *side loader* yang dapat mengangkat petikemas dan menumpuknya sampai enam tingkat.
- b. *Straddle carrier* yang dapat menumpuk petikemas dalam dua atau tiga tingkat.
- c. *Rubber tyre gantry* (RTG) atau *transtrainer* yaitu *crane* petikemas yang berbentuk portal beroda karet atau dapat berjalan pada rel yang dapat menumpuk petikemas sampai empat atau enam tingkat dan dapat mengambil peti tersebut dan menempatkannya diatas gerbong kereta api

atau *truck trailer*.

gabungan dari beberapa system tersebut diatas.



Penanganan petikemas dari kapal sampai keluar dari terminal petikemas dapat dilakukan dengan menggunakan sistem:

- a. *Stevedoring* adalah kegiatan membongkar petikemas dari dek/palka kapal ke atas dermaga/ *chasis*/ tongkang, atau memuat dari dermaga/*chasis*/tongkang ke atas dek/ke dalam palka kapal, termasuk di dalamnya kegiatan melepas/ mengikat petikemas di Iambung kapal.
- b. *Haulage/trucking* adalah mengangkut petikemas dengan menggunakan *trailer/chasis* dari Iambung kapal ke lapangan penumpukan petikemas atau sebaliknya.
- c. *Lift on/off* adalah mengangkut petikemas dari atas *chasis* ke *chasis* lain atau menurunkan dari *chasis* ke tempat penumpukan atau sebaliknya.
- d. *Receiving/delivery* adalah menyerahkan petikemas/atau menerima petikemas dari lapangan penumpukan atau *gate in/out (lift off/on)*
- e. Angsur adalah kegiatan memindahkan petikemas dari suatu tempat ke tempat lain.
- f. *Stripping* adalah kegiatan membongkar barang dari petikemas sampai disusun didalam gudang penumpukkan (CFS) atau lapangan penumpukan.
- g. *Stuffing* adalah kegiatan memuat barang dari dalam gudang penumpukkan (CFS) atau lapangan penumpukaan sampai disusun dalam petikemas
- h. *Transshipment* adalah kegiatan membongkar petikemas alih kapal pengangkut pertama disusun dan ditumpuk di lapangan penumpukan dan pengapalkannya ke kapal pengangkut kedua.



- i. *Shifting* adalah kegiatan memindahkan petikemas dari suatu tempat ketempat lain dalam petak kapal yang sama atau petak kapal yang lain dalam kapal yang sama (tanpa *landing* dan *reshipping operation*) atau dari satu petak kapal ke dermaga dan kemudian menempatkan kembali ke kapal yang sama (*Landing* dan *Reshipping operation*)
- j. *Reefer* adalah kegiatan pelayanan pemberian aliran listrik untuk petikemas berpendingin di lapangan penumpukan yang tersedia fasilitas *reefer*.
- k. *Monitoring* adalah jasa pekerjaan mengawasi pemberian aliran listrik yang diperlukan setiap petikemas berpendingin dengan periode *monitoring* minimal 8 jam.
- l. Gerakan ekstra adalah kegiatan *lift on*, *haulage/trucking* dan *lift off* dengan peralatan petikemas.

## 2.7 Kapal Petikemas

### 2.7.1 Pengertian Kapal Petikemas

Kapal petikemas (Inggris: *containership* atau *cellularship*) adalah kapal yang khusus digunakan untuk mengangkut petikemas yang standar. Memiliki rongga (*cells*) untuk menyimpan petikemas ukuran standar. Petikemas diangkat ke atas kapal di terminal petikemas dengan menggunakan *crane* /derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik derek-derek yang berada di dermaga, maupun derek yang berada di kapal itu sendiri.



## 2.7.2 Sejarah Singkat Kapal Petikemas

Sejarah kapal petikemas berawal dari ide penggunaan petikemas atau kontainer untuk menangani solusi lambatnya proses bongkar muat barang jika hanya menggunakan general cargo yang hanya bisa memuat 1000 ton per hari. Hal ini tentu menghambat proses pendistribusian barang serta meningkatnya biaya bongkar muat pada saat itu. Awal tahun 1950, Malcolm Mclein, pemilik perusahaan angkutan truk *Sea Land*, adalah orang pertama yang menawarkan solusi tersebut. Mulai saat itu, penggunaan petikemas, yang tadinya hanya diangkut oleh truk, mulai diangkut menggunakan kapal laut. Operasi pertama dari kapal petikemas dimulai dari kawasan pantai timur Amerika Serikat menuju Puerto Rico dan Hawaii (Pratama, 2018).

Penggunaan kapal petikemas pun menyebar sampai ke Indonesia. Pada tahun 1970, kapal dan pelabuhan petikemas mulai berkembang, hingga pada 12 Mei 1980, Indonesia memiliki kapal kontainer pertama milik P.T.Gesuri Lloyd, K.M Gloria Express yang berbobot 7.670 DWT. Kapal tersebut diproduksi oleh *Ship Building & Engineering Ltd* dari Singapura, dan desainnya berasal dari Jerman. Kapal ini pertama kali berlayar dari pelabuhan Tanjung Priok ke kawasan Jepang, Korea, dan Hongkong, serta dinakhodai oleh Kapten Moniaga.



## 2.7.3 Jenis- Jenis Kapal Petikemas

### 1. Full Container Ship



Gambar 2.9. Jenis Kapal *Full Container*

Mempunyai ciri-ciri dan kelengkapan khusus, dan semata-mata hanya dipergunakan untuk mengangkut petikemas dalam seluruh palka. Umumnya kapal-kapal demikian berupa *Single Purpose Ship* karena dianggap sebagai kapal yang paling ekonomis pada dewasa ini, menyangkut waktu bongkar muatannya yang cepat. Sebab hanya mengangkut petikemas, baik di palka maupun di geladak utama dengan cara menumpuk secara vertikal ke atas.

Pemuatan dilaksanakan dengan menurunkan petikemas ke dalam tempat yang tersedia (bentuk sel-sel) dalam palkah, ataupun menumpuk dalam susunan vertikal keatas pada geladak utamanya tanpa menggeser-geser lagi ke arah horizontal. Proses pembongkarannya dilaksanakan sebaliknya.



## 2. *Semi Container Ship*



Gambar 2.10. Jenis Kapal Semi Kontainer

Pada jenis ini hanya sebagian ruangnya saja yang dibangun khusus untuk petikemas, sedang sisanya diperuntukkan untuk konvensional *vessel*. Dalam hal ini, kontainernya diangkut secara Lo/Lo , sedangkan mobilnya diangkut secara Do/Do (*Driver on / Driver of*).

## 3. *Convertible Container Ship*



Gambar 2.11. Jenis Kapal *Convertible Container*



Kapal jenis ini sebagian atau seluruhnya ruang muatnya dapat digunakan baik petikemas maupun cargo biasa yang mempunyai bentuk khusus yang memungkinkan perubahannya.

#### 2.7.4 Ukuran Kapal Petikemas

Kapal petikemas dapat dikelompokkan atas beberapa jenis mulai dari kapal pengumpan sampai kapal *post panamax* yang kemudian dikembangkan lagi menjadi kapal *Ultra Large Container Vessel* yang bisa mengangkut di atas 14.501 petikemas.

Tabel.2.2. Kategori ukuran kapal petikemas

Kategori ukuran kapal petikemas			
Nama	Kapasitas (TEU)	Contoh	
<i>Ultra Large Container Vessel (ULCV)</i>	lebih besar dari 14,501	Dengan panjang 397 m, lebar 56 m, draft 15.5 m, dan kapasitas di atas 15,000 TEU, Kapal Emma Maersk yang melampaui batas <i>New Panamax class</i> . (Photo: The 15,000 TEU kapal Edith Maersk.)	
<i>New panamax</i>	10,000–14,500	Dengan lebar 43 m, kapal COSCO Guangzhou merupakan kapal yang tidak bisa melewati kolam pemindahan kapal di terusan <i>Panama class</i> yang lama tetapi bisa melalui pelebaran yang baru. (Photo: The 9,500 TEU kapal COSCO Guangzhou di dermaga pelabuhan Hamburg.)	
<i>Post panamax</i>	5,101–10,000		



<i>Panamax</i>	3,001 – 5,100	Kapal dari kelas yang berada pada batas atas <i>Panamax class</i> , dengan panjang 292.15 m, lebar 32.2m, dan kedalaman draft 21.2 m. (Photo: The 4,224 TEU MV Providence Bay melewati terusan Panama.)	
<i>Feedermax</i>	2,001 – 3,000	Kapal petikemas sampai dengan 3,000 TEU biasanya disebut sebagai kapal pengumpan, dan biasanya dilengkapi dengan kran. (Photo: The 384 TEU kapal TransAtlantic sedang lego jangkar.)	
<i>Feeder</i>	1,001 – 2,000		
<i>Small feeder</i>	Up to 1,000		

(Sumber: Wahidah, Jusma 2019)

## 2.8 Operasional Pelabuhan

Pada saat ini, dikehendaki suatu kondisi operasional pelabuhan dan kapal yang optimal, sehingga daya muat, kualitas transportasi dan efisiensi penggunaan alat, baik di kapal maupun di pelabuhan, mencapai kinerja yang baik. Hal ini dapat dicapai dengan cara memperbesar kapasitas dan mempercepat proses penanganan muatan bongkar dan muat di dermaga. Konsekuensi tindakan ini adalah fasilitas harus mampu mengimbangi, makin besar kapal yang akan memasuki pelabuhan memerlukan kondisi alur pelayaran yang dalam, diperlukan faktor keamanan yang tinggi dan diperlukannya peralatan/alat bongkar muat yang dapat mempercepat proses alih muatan di dermaga dan sebagainya (Pratama, 2018).

Dari sini nampak bahwa prasarana dan sarana transportasi saling tergantung

lain. Fasilitas pelabuhan harus memadai dan disesuaikan dengan mbangan teknologi perkapalan. Begitu pula sebaliknya pemilihan kapal



oleh pengusaha pelayaran harus pula memperhatikan prasarananya dan bila perlu diadakan penyesuaian untuk mendapatkan suatu hasil yang optimal.

Pengembangan teknologi kapal pada tahun terakhir adalah bervariasi menurut tuntutan permintaan atau sifat dari pada muatan itu sendiri. Kecenderungan kapal mempunyai daya muat yang besar dibandingkan dengan kapal konvensional dan untuk angkutan barang cenderung dengan sistem pelayanan *door-to-door*. Daya muat besar bertujuan meminimalkan biaya transportasi laut dan mengatasi biaya bongkar muat, memperpendek waktu labuh kapal di pelabuhan yang sesuai dengan perkembangan teknologi.

Sistem di pelabuhan mempunyai sistem dermaga yang berbeda dengan lainnya, tergantung dari peranan dan fungsi pelabuhan tersebut. Sistem dermaga adalah proses aliran barang dari kapal atau dari luar dermaga dengan jaringan transportasi lokal di pelabuhan, baik untuk barang antar pulau maupun impor dan ekspor. Pada umumnya dalam sistem aliran barang di dermaga terdiri atas tiga metode aliran barang, sebagai berikut (Pratama, 2018):

#### **A. Aliran barang dengan sistem rute tidak langsung**

Aliran barang pada sistem ini adalah barang dari kapal terlebih dahulu ditransfer melalui lapangan penumpukan, kemudian diangkut dengan moda transportasi darat.

#### **B. Aliran barang dengan sistem semi langsung**

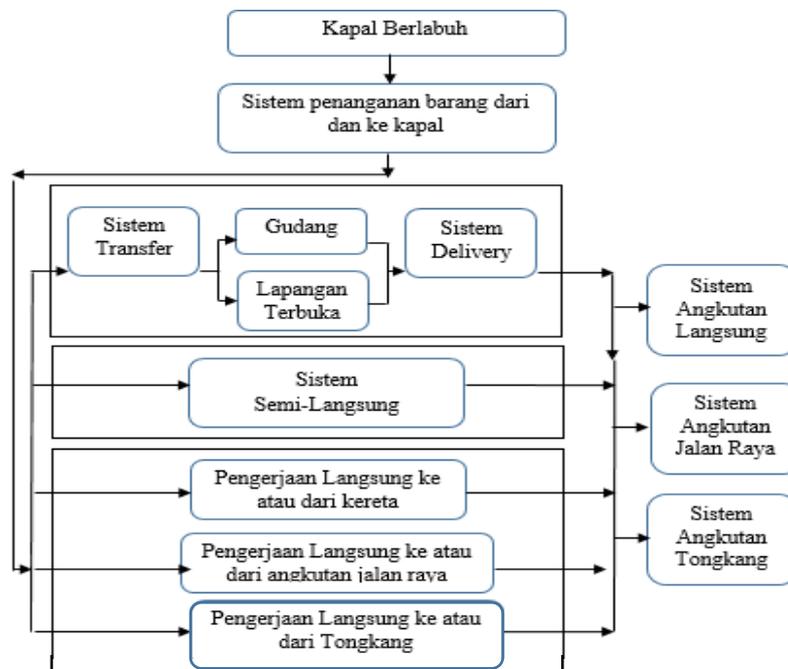
Barang diletakkan sementara atau dibongkar di dermaga, karena sistem angkutan jalan raya atau kereta api belum dapat ditangani barang-barang but secepatnya.



### C. Aliran barang dengan sistem rute langsung

Aliran barang dengan sistem ini adalah barang dari kapal langsung diangkut dengan kereta api atau moda angkutan darat lainnya.

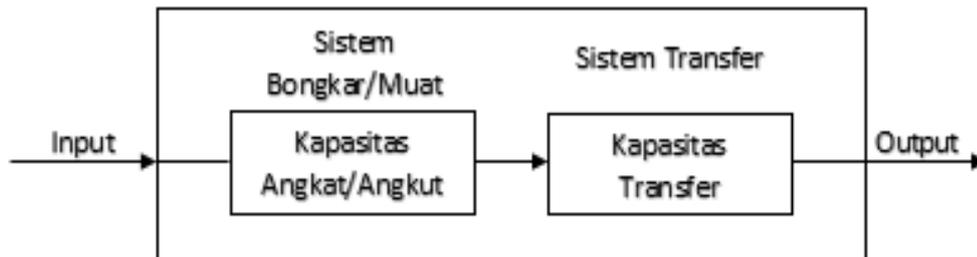
Sistem dermaga sendiri atas rangkaian sistem yang saling berhubungan seri seperti yang terlihat pada gambar 2.14, yaitu sistem bongkar muat dan sistem transfer, maka kapasitas dermaga ditentukan oleh kapasitas sistem bongkar muat dan atau sistem transfer. Jika kapasitas sistem transfer kecil, maka kapasitas dari sistem dermaga juga kecil, meskipun kapasitas sistem bongkar muat besar demikian juga sebaliknya. Interaksi yang demikian, terdapat banyak di pelabuhan dan mempunyai kecenderungan menimbulkan bottleneck yang pada gilirannya akan menyebabkan rendahnya produktivitas pelabuhan.



Gambar 2.12. Sistem aliran barang di dermaga



Secara diagramatis hubungan seri antara sistem bongkar muat dengan sistem transfer dapat di perlihatkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.13. Hubungan seri antara sistem bongkar muat dengan sistem transfer

Terdapat tiga elemen dasar didalam kinerja penanganan barang di pelabuhan, sebagai berikut:

- Tingkat produktivitas yang didefinisikan sebagai per gang, per kran alat angkat, dan lain-lain perjam dalam keadaan tanpa ada gangguan waktu.
- Gangguan waktu kerja yang mengurangi produktivitas per *shift*.
- Produktivitas kerja buruh dan penggunaan peralatan kerja.

Secara teknis, produktivitas pelabuhan ditentukan oleh faktor keterkaitan dengan sistem di dermaga, yaitu sebagai tempat bersandar kapal, sistem alat angkat kapal, alat penanganan muatan, sistem transfer dan sistem pergudangan.

## 2.9 Teori Distribusi

Menurut Reksoatmodjo (2009) teori distribusi memiliki beberapa macam distribusi yakni: distribusi normal, distribusi- t, distribusi-  $x^2$ , dan distribusi- F. Empat macam distribusi ini banyak digunakan dalam pengujian hipotesis



dan berbagai analisis statistik. Suatu distribusi statistik lazimnya dinyatakan sebagai suatu fungsi densitas. Fungsi densitas didefinisikan sebagai suatu fungsi fungsi menghubungkan suatu variabel acak  $X$  dengan peluang kejadian  $f(X) = p(X)$ . Namun upaya memprediksi, mengestimasi atau pengujian (hipotesis) langsung dengan menggunakan fungsi densitas memerlukan waktu dan pemikiran yang teliti. Oleh sebab itu untuk memudahkan penggunaannya, dibuatlah tabel- tabel distribusi. Penggunaan tabel- tabel tersebut dipadukan dalam penyelesaian soal- soal.

#### A. Distribusi Peluang

Suatu undian dengan menggunakan sebuah uang logam seribu rupiah ( dengan gambar Garuda Pancasila G dan gambar kelapa sawit S), akan menghasilkan dua peristiwa yakni, G dan bukan G (=S). Jika pemunculan sisi G diberi simbol  $X= 1$ , maka pada saat yang bersamaan pemunculan sisi S berlaku  $X= 0$ . Notasi peluang ditulis (Reksoatmodjo, 2009):

$$P(X= 1) = \frac{1}{2} \text{ dan } P(X= 0) = \frac{1}{2}$$

Jika undian dilakukan dengan dua buah mata uang, maka peluang pemunculannya adalah:

$$GG, GS, SG, SS$$

Dengan nilai  $GG= 1+1 =2$ , nilai  $GS$  atau  $SG= 1+ 0 = 1$  dan  $SS = 0+0 = 0$ .

Peluang pemunculan  $GG(X = 2)$  adalah  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  , peluang pemunculan

$S$  atau  $SG (X = 1)$  adalah  $2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{4}$  dan peluang pemunculan  $SS (X$



= 0) adalah  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  . Demikian juga jika undian dilakukan dengan tiga  
 buat mata uang, maka peluang pemunculan adalah sebagai berikut:

GGG, GGS, GSG, SGG, SSG, SGS, GSS, SSS

Dengan nilai GGG = 3, GGS atau SGG = 2, SSG atau GSS = 1 dan SSS =  
 0. Peluang pemunculan dihitung dengan cara yang sama dan diperoleh hasil  
 seperti dirangkum dalam tabel 2.3.

**Tabel 2.3. : Hasil Undian**

Data Mata Uang		Tiga Mata Uang	
X	P(X)	X	P(X)
0	1/4	0	1/8
1	1/2	1	3/8
2	1/2	2	3/8
		3	1/8
Jumlah	1	Jumlah	1

Simbol X yang memiliki peluang dari bilangan deskrit 0, 1, 2, 3, ..., n  
 bersifat variabel. Variabel yang berharga demikian disebut acak deskrit.  
 Dengan demikian variabel acak deskrit X menentukan distribusi peluang,  
 apabila untuk nilai  $X = X_1, X_2, \dots, X_n$  terdapat peluang  $p(X_i) = P(X = X_i)$   
 sehingga:

$$\sum_{i=1}^n P(X_i) = 1$$

Dimana p (X) disebut sebagai fungsi peluang untuk variabel acak X  
 pada harga  $X = X_i$ .

Atas suatu variabel acak dapat ditentukan eksentasnsi (harapan)  
 pemunculannya dengan rumus:



$$E(X) = \sum X_i \cdot p(X_i)$$

Variabel acak yang tidak deskrit disebut variabel acak kontinu. Variabel ini dapat mempunyai semua harga; artinya jika  $X =$  variabel acak kontinu, maka harga  $X = X$  dibatasi oleh  $-\infty < X < \infty$  atau batas-batas lain, jika menghasilkan peluang untuk harga-harga  $X$ . dalam hal ini berlaku, (Reksoatmodjo, 2009):

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(X)dx = 1$$

dan untuk menentukan peluang pada harga  $X$  antara  $a$  dan  $b$  digunakan rumus:

$$P(a < X < b) = \int_a^b f(X)dx$$

Sedangkan ekspektasi pemunculan ditentukan dengan rumus:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} X \cdot f(X)dx$$

## B. Distribusi Normal

Suatu pola distribusi yang banyak dipakai dalam penelitian adalah distribusi normal atau distribusi gauss (sebutan menurut penemunya). Distribusi ini menyerupai bentuk lonceng (*bell shape*) dengan nilai rerata  $X$  sebagai sumbu simetrinya (Gambar 3-02). Menurut Gauss, fungsi densitas

pada  $X = X_1$  dinyatakan dengan persamaan, (Reksoatmodjo, 2009):

$$f(X_1) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Sifat- sifat penting dari distribusi normal adalah:

1. Grafik selalu diatas sumbu- X (horizontal)
2. Bentuk simetri terhadap sumbu- Y pada  $X= \mu$ .
3. Mempunyai modulus pada  $X= \mu$  sebesar  $0,3989/\delta$ .
4. Grafik mendekati sumbu- X (asimtotis) pada  $X= \mu- 3\delta$  dan  $X= \mu+ 3\delta$
5. Kurva normal yang digunakan sebagai acuan pengujian hipotesis jika ukuran sampel  $n \geq 30$ .
6. Luas daerah yang dibatasi oleh sumbu- X dan kurva normal sama dengan satu satuan luas.

Untuk setiap pasangan  $\mu$  dan  $\delta$  sifat- sifat diatas selalu dipenuhi namun bentuk kurvanya bisa tergantung pada besar-kecilnya simpangan-baku  $\delta$ . Jika harga  $\delta$  maka besar bentuk kurva makin platikurtik, sebaliknya jika harga  $\delta$  makin kecil bentuk kurva cenderung leptokurtic.

## 2.10 Metode Statistik dan Peramalan

Menurut Manurung Haymas (1990:25), teknik peramalan dapat dikelompokkan dalam dua kategori yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Bentuk peramalan kuantitatif dapat digunakan jika memenuhi kondisi diantaranya adalah terdapat informasi tentang masa lalu, dimana informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data. Informasi tersebut dapat diasumsikan bahwa pola masa lalu akan terus bersambung ke masa depan dan

si tersebut diasumsikan konstan.



Dalam peramalan terdapat dua jenis model peramalan yaitu:

A. Model deret berkala (*time series*)

Model ini merupakan pandangan masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu yang bertujuan untuk menemukan pola dalam deret historis dan mengekstrapolasikan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan.

B. Model regresi (kausal)

Pada model ini diasumsikan faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan suatu atau lebih variabel bebas. Maksud dari model ini adalah menemukan hubungan dan meramalkan nilai mendatang dari variabel tak bebas.

Kesalahan yang terjadi dalam perencanaan jumlah dan kapasitas kapal dapat mengakibatkan timbulnya masalah seperti terjadinya kelebihan kapasitas (*over capacity*) dan kekurangan kapasitas (*under capacity*). Oleh karena itu, kemungkinan terjadinya perlu ditekan seminimum mungkin melalui upaya peramalan (*forecasting*). Adapun bentuk daripada teknik proyeksi yang digunakan yaitu:

1. Regresi Linear Sederhana

Regresi linear merupakan salah satu contoh bentuk *time series* secara sederhana. Notasi regresi yang sederhana dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Y = a + bx \quad (2.13)$$



Dimana:

Y = nilai taksiran untuk variabel tak bebas

x = variabel bebas

a = intersep

b = koefisien variabel

## 2. Regresi Berganda

Apabila kita menggunakan lebih dari satu variabel yang berpengaruh (*independent variable*), untuk menaksir variabel *dependent* sehingga nilai taksiran akan menjadi lebih akurat. Proses ini disebut analisa regresi berganda dan prosesnya sama dengan regresi sederhana.

Dalam regresi sederhana X adalah variabel *independent*, oleh karena dalam regresi berganda *independent* lebih dari satu, maka dapat digunakan simbol  $X_1, X_2, X_3$  dan seterusnya, sehingga persamaan regresi linear berganda dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Y = A + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_n X_n \quad (2.14)$$

Dimana:

Y = peubah tidak bebas

A = konstanta regresi

$X_1 \dots X_2$  = peubah bebas

$B_1 \dots B_2$  = koefisien regresi



Pada prinsipnya teknik dan metode yang mendasarkan pada proses analisa pada usaha untuk mendapatkan suatu persamaan garis regresi tepat dan kesalahan ramalan yang kecil. Kesalahan ramalan diminimalkan dengan cara mengambil turunan parsial dari jumlah kesalahan ramalan kemudian menyamakan dengan nol.

### C. Metode *Stepwise* I

Metode *Stepwise* I merupakan teknik peramalan arus bangkitan dan arus pergerakan dengan penyesuaian daerah asal dan daerah tujuan. Langkah-langkah dalam peramalan dengan menggunakan metode *stepwise* I adalah :

1. Mengidentifikasi semua variabel yang berpengaruh baik variabel bebas (x) maupun variabel tidak bebas (y)
2. Menentukan korelasi antara variabel x yang terbesar untuk menentukan variabel yang berpengaruh
3. Memilih korelasi antara variabel x yang terbesar untuk menentukan variabel yang berpengaruh
4. Menentukan persamaan regresi
5. Kalibrasi model persamaan berdasarkan nilai koefisien determinasi tanda yang diharapkan
6. Menentukan model persamaan yang akan digunakan.

## 2.11 Metode Antrian

Analisis antrian pertama kali diperkenalkan oleh A.K. Erlang (1913) mempelajari fluktuasi permintaan fasilitas telepon dan keterlambatan anannya. Saat ini analisis antrian banyak diterapkan di bidang bisnis



(*bank, supermarket*), industri (pelayanan mesin otomatis), transportasi (pelabuhan udara, pelabuhan laut, jasa-jasa pos) dan lain-lain. Analisis antrian memberikan informasi probabilitas yang dinamakan *operation characteristics*, yang dapat membantu pengambil keputusan dalam merancang fasilitas pelayanan antrian untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara *random* dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu.

### 1. Komponen Proses Antrian

Komponen dasar proses antrian adalah kedatangan, pelayanan dan antri.

Komponen-komponen ini disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2.14. Proses antrian

#### A. Kedatangan

Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain-lain. Unsur ini sering dinamakan proses input. Proses *input* meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan *calling population*, dan cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variabel acak. Menurut Levin, dkk (2002), variabel acak adalah suatu variabel

nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Variabel acak  
t berupa diskrit atau kontinu. Bila variabel acak hanya dimungkinkan



memiliki beberapa nilai saja, maka ia merupakan variabel acak diskrit. Sebaliknya bila nilainya dimungkinkan bervariasi pada rentang tertentu, ia dikenal sebagai variabel acak kontinu (Prihati, 2012).

## B. Pelayanan

Pelayanan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan, atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap- tiap fasilitas pelayanan kadang- kadang disebut sebagai saluran (*channel*) (Schroeder, 1997). Contohnya jalan tol apt memiliki beberapa pintu tol. Mekanisme pelayanan dapat hanya terdiri dari satu pelayan dalam satu fasilitas pelayanan yang ditemui pada loket seperti pada penjualan tiket gedung bioskop (Prihati, 2012).

## C. Antri

Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri. Timbulnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tak ada antrian berarti terdapat pelayanan yang mengganggu atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991, Pratama 2018)

Antrian terjadi di lapangan berhubungan dengan seluruh aspek dari suatu keadaan, dimana pelanggan harus menunggu untuk mendapatkan suatu pelayanan dalam satu sistem. Apabila permintaan untuk suatu pelayanan tertentu melebihi kapasitas layanan yang tersedia, maka terjadilah antrian. Penambahan fasilitas pelayanan dapat mengurangi panjang antrian. Tetapi juga dapat biaya untuk pengadaan fasilitas pelayanan tambahan, menyebabkan adanya penurunan

...ngan bagi pengusaha.

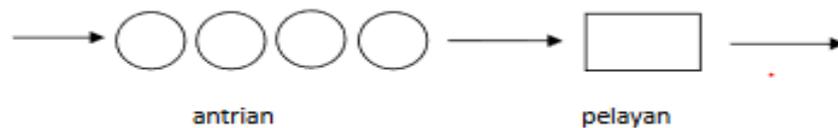


Dilain pihak, antrian yang terlampau panjang dapat merugikan pelanggan, karena menimbulkan biaya waktu tunggu yang besar. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mencari keseimbangan antara biaya- biaya timbul akibat menunggu dan menghindarkan waktu tunggu, sehingga dapat memperoleh keuntungan yang maksimum.

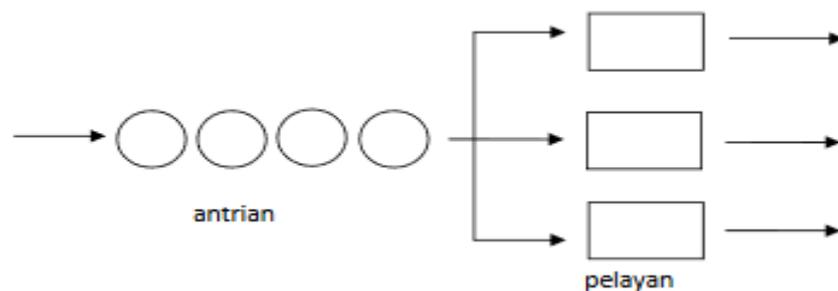
## 2. Struktur Dasar Proses Antrian

Proses antrian pada umumnya dikelompokkan ke dalam empat struktur dasar menurut sifat- sifat pelayanannya (dwijanto, 2012):

A. Satu saluran satu tahap: merupakan pola yang hanya memiliki satu jalur masuk sistem pelayanan atau satu fasilitas pelayanan



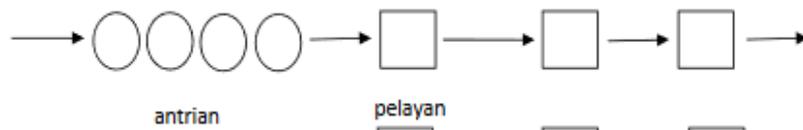
B. Banyak saluran satu tahap: merupakan sistem yang memiliki dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayannya lebih dari satu fase



C. Satu saluran banyak tahap: merupakan sistem yang memiliki dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, sebagai contoh model ini

adalah antrian pembagian makanan di pesantren.





D. Banyak saluran banyak tahap: Banyaknya saluran dalam proses antrian adalah jumlah pelayanan paralel yang tersedia. Banyaknya tahap menunjukkan jumlah pelayanan *parallel* yang tersedia. Banyaknya tahap menunjukkan jumlah pelayanan berurutan yang harus dilalui oleh setiap kedatangan. Misalnya, contoh dari model ini yakni antrian registrasi ulang mahasiswa baru

## 2.12 Perangkat lunak Arena

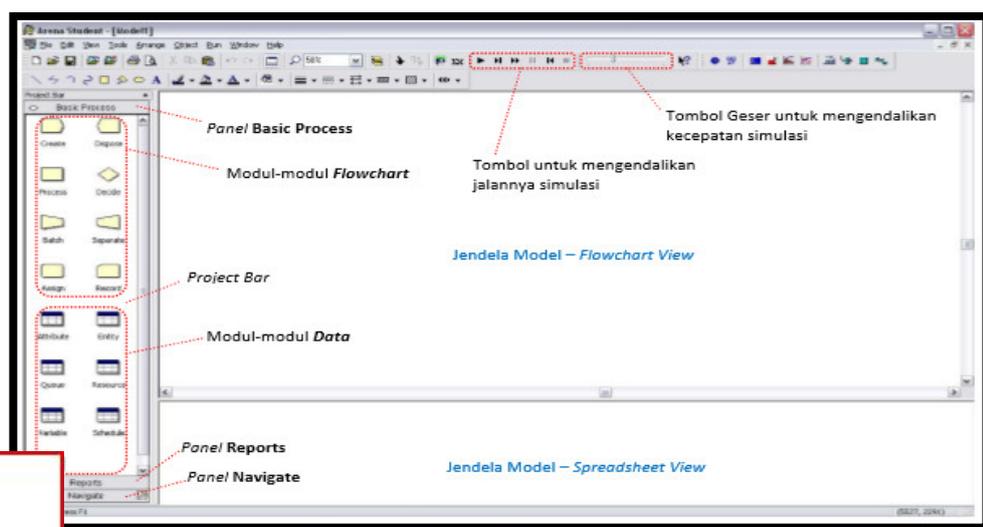
Menurut buku Simulasi Menggunakan Arena, program Arena adalah sebuah Perangkat lunak simulasi *general purpose* berbasis *graphical user interface* (GUI) yang dibuat oleh *Systems Modeling Corporation* yang kemudian diakuisisi oleh *Rockwell Automation* pada tahun 2000. Dalam Arena kita dapat membangun model eksperimen dengan menempatkan modul-modul yang mewakili proses atau logika. Garis penghubung (*connector lines*) digunakan untuk menyambungkan modul-modul tersebut dan menentukan aliran entity. Selama modul-modul tersebut bertindak secara relatif terhadap *entity*, aliran (*flow*), dan waktu (*timing*), ketepatan representasi dari setiap modul dan *entity* sangat tergantung kepada kemampuan pembuat model. Data statistik seperti waktu siklus (*cycle time*) dan jumlah barang yang sedang

proses (WIP, *work in process*) dapat direkam dan dijadikan laporan. Arena dapat diintegrasikan dengan teknologi Microsoft, termasuk VBA (*Visual Basic*)



for Applications) sehingga model-model Arena dapat berjalan otomatis ketika suatu algoritma dibutuhkan. Arena dapat meng-impor *flowchart* yang dibuat menggunakan *Microsoft Visio*, Arena juga dapat membaca dan menghasilkan *output* berupa file *Microsoft Excel* dan *Microsoft Access*. Arena juga mendukung *ActiveX Controls*.

Arena digunakan oleh banyak perusahaan besar seperti GM, UPS, IBM, Nike, Xerox, Lufthansa, Ford, dll untuk men-simulasi-kan proses bisnis (*business processes*). Perlu diingat bahwa membuat sebuah model simulasi membutuhkan waktu yang banyak di awal sebuah proyek, namun instalasi dan optimasi produk dapat mengurangi/ menurunkan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Arena dapat men-simulasi-kan beragam tipe operasi seperti optimasi operator dan saluran telepon dalam sebuah *call center*, pengaturan alur pembuatan makanan pada suatu restoran, perancangan sebuah tambang emas, dll. Berikut tampilan dari Perangkat lunak arena :



Gambar 2.15. Tampilan pada Perangkat lunak arena

