

SKRIPSI

**ANALISIS STUDI KOMPARATIF *CONTAINER CRANE* MENGGUNAKAN  
BAHAN BAKAR MINYAK DAN *SUPPLY* LISTRIK  
DI *MAKASSAR NEW PORT***

Disusun dan diajukan oleh:

**AULIA CITRA ANUGERAH AWALIAH SYAM  
D081171014**



**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**“ANALISIS STUDI KOMPARATIF *CONTAINER CRANE*  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK DAN *SUPPLY LISTRIK*  
DI MAKASSAR *NEW PORT*”**

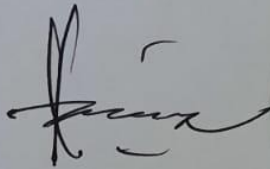
Disusun dan diajukan oleh:

**AULIA CITRA ANUGERAH AWALIAH SYAM  
D081171014**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program Sarjana Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 19 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

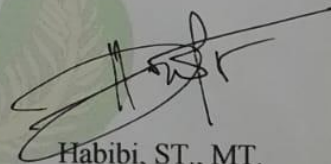
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Ashury, ST., MT.  
NIP. 197403182006041001

Pembimbing Pendamping.



Habibi, ST., MT.  
NIP. 198704252019031012

Ketua Departemen Teknik Kelautan,



Dr. Chabul Paotonan, ST., MT.  
NIP. 197506052002121003

**LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI**

**“ANALISIS STUDI KOMPARATIF *CONTAINER CRANE*  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK DAN *SUPPLY LISTRIK*  
DI MAKASSAR *NEW PORT*”**

Disusun dan diajukan oleh:

**AULIA CITRA ANUGERAH AWALIAH SYAM  
D081171014**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : 19 Agustus 2021

Di : Gowa

Dengan Panel Ujian Skripsi

1. Ketua : Ashury, ST., MT.
2. Sekretaris : Habibi, ST., MT.
3. Anggota 1: Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.
4. Anggota 2: Dr. Eng. Firman Husain, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. H. H. Paotonan, ST., MT.

Nip: 197506052002121003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Citra Anugerah Awaliah Syam

Nim : D081171014

Program Studi : Teknik Kelautan

Jenjang : S1

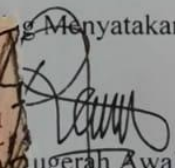
Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:


**“ANALISIS STUDI KOMPARATIF *CONTAINER CRANE*  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK DAN *SUPPLY LISTRIK*  
DI MAKASSAR *NEW PORT*”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Agustus 2021

Menyatakan,  
  
Aulia Citra Anugerah Awaliah Syam



## ABSTRAK

**Aulia Citra Anugerah Awaliah Syam, D081171014** “Analisis Studi Komparatif *Container Crane* Menggunakan Bahan Bakar Minyak dan *Supply* Listrik di *Makassar New Port*”. Dibawah bimbingan **Ashury, S.T., M.T.** dan **Habibi, S.T., M.T.**

*Container Crane* adalah alat membongkar atau memuat peti kemas dari kapal ke dermaga begitupun sebaliknya. Untuk proses bongkar/muat, *container crane* 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. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan antara *container crane* tipe lama (menggunakan BBM) dan *container crane* tipe baru (menggunakan *supply* listrik) dari sisi teknis dan ekonomis. Di Makassar new Port terdapat 2 jenis tipe *container crane*, CC-01 dan CC-02 menggunakan BBM dan CC-03 dan CC-04 menggunakan energi listrik. Berdasarkan hasil analisis diperoleh *Availability* dan *utilization* terendah terjadi pada CC-01 dengan tingkat kesiapan alat 93,3% dan tingkat kegunaan alat 13,3% dan tertinggi terjadi pada CC-03 dengan tingkat kesiapan alat 99,86% dan tingkat kegunaan alat 25,22,%. MTBF tertinggi pada CC-03 yaitu 70,6 jam dan paling terendah pada CC-01 yaitu 15 jam. MTTR tertinggi pada CC-02 yaitu 1,8 jam dan terendah pada CC-03 yaitu 0,3 jam. *Container crane* yang menggunakan *supply* listrik lebih baik tingkat kesiapan dan tingkat kegunaannya. BWT pada proses muat tertinggi pada CC-03 yaitu 130 detik dan terendah pada CC-01 yaitu 92 detik. Biaya penggunaan energi listrik Rp. 10.501 lebih rendah di bandingkan dengan penggunaan BBM Rp 30.166. Sehingga dapat di simpulkan bahwa penggunaan energi listrik lebih efisien dengan penghematan biaya hampir mencapai 3 kali lipat. Berdasarkan metode *payback period* dibutuhkan waktu 4 tahun 8 bulan untuk pengembalian biaya investasi *container crane* yang menggunakan BBM dan tahun 11 bulan untuk pengembalian biaya investasi *container crane* yang menggunakan *supply* listrik. Berdasarkan metode *net present value* diketahui bahwa *container crane* menggunakan *supply* listrik lebih menguntungkan di bandingkan dengan *container crane* menggunakan BBM dengan hasil analisis *net present value* Rp. 255.194.833.021 dan Rp.278.033.089.957.

**Kata kunci** : *Container crane, availability, utilization, MTBF, MTTR, payback period, net present value*

## ABSTRACT

**Aulia Citra Anugerah Awaliah Syam, D081171014** “Comparative Study Analysis of Container Cranes Using Oil Fuel and Electricity Supply in Makassar New Port”. Supervised by **Ashury, S.T., M.T.** dan **Habibi, S.T., M.T.**

*Container Crane is a tool to unload or load containers from the ship to the dock and vice versa. For the loading/unloading process, container cranes are capable of lifting as many as 20-25 boxes per hour. By using this tool many advantages can be achieved, one of which is the speed of unloading/loading goods so as to save time. This study aims to determine the advantages and disadvantages between the old type of container crane (using fuel) and the new type of container crane (using electricity supply) from a technical and economical point of view. In Makassar new Port there are 2 types of container crane types, CC-01 and CC-02 using fuel and CC-03 and CC-04 using electrical energy. .3% and 13.3% tool usability level and the highest occurred in CC-03 with 99.86% tool readiness level and 25.22.% tool usability level. The highest MTBF on CC-03 is 70.6 hours and the lowest is on CC-01 which is 15 hours. The highest MTTR on CC-02 is 1.8 hours and the lowest on CC-03 is 0.3 hours. Container cranes that use electricity supply have better readiness and usability levels. The highest BWT in the loading process on CC-03 is 130 seconds and the lowest on CC-01 is 92 seconds. The cost of using electrical energy is Rp. 10,501 lower than the use of BBM Rp 30,166. So it can be concluded that the use of electrical energy is more efficient with cost savings of almost 3 times. Based on the payback period method, it takes 4 years and 8 months to return the investment costs of container cranes that use fuel and 11 months to return the investment costs of container cranes that use electricity. Based on the net present value method, it is known that container cranes using electricity supply are more profitable than container cranes using fuel with the results of net present value analysis of Rp. 255,194,833,021 and Rp.278,033,089,957.*

**Keywords :** *Container crane, availability, utilization, MTBF, MTTR, payback period, net present value*

## **KATA PENGANTAR**

### **Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh**

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan rahmat dan nikmat berupa nikmat kesehatan jasmani dan rohani yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis senantiasa diberikan petunjuk berupa kemudahan serta keikhlasan dalam menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sahabat, keluarga, serta para pengikutnya.

Penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah senantiasa memberi bantuan berupa pikiran, jiwa, dan raganya kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Terima kasih kepada semua orangtua, yang selama ini memberikan dukungannya serta do'a dan kasih sayang yang tak henti-hentinya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ashury, S.T., M.T. selaku Pembimbing I sekaligus sebagai Sekretaris Mahasiswa Departemen Teknik Kelautan dan juga sekaligus selaku Penasehat Akademik (PA) yang telah berkenan memberikan segenap waktu dan pengetahuannya kepada Penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
3. Bapak Habibi S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini dan juga bimbingan dan arahan selama berada dikampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
4. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik terkhusus Dosen-Dosen Departemen Teknik Kelautan yakni Bapak Ir. Juswan, M.T., Bapak Dr. Eng. Achmad Yasir Baeda, S.T., M.T., Bapak Dr. Eng. Ir. Firman Husain, S.T., M.T., Bapak Muh. Zubair Alie, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D., Bapak

Daeng Paroka, S.T., M.T., Ph.D., Ibu Dr. Hasdinar Umar, S.T., M.T., serta M.T., yang telah memberikan pengetahuan dan membagikan pengalaman yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.

6. Ibu Marwati, S.Sos, Bapak Isran Ismail, S.E., serta Pak Rio sebagai Staff Tata Usaha Departemen Teknik Kelautan yang sangat membantu Penulis baik itu kebutuhan administrasi untuk menyelesaikan studi maupun kebutuhan perkuliahan lainnya.
7. Pikar, Incang, Baso, Pipit, Mumin, Dyo, Ari, Rahmat, Lizak, Koko, Nusul, Ade, Rahmi, Riska, Fanny dan seluruh teman-teman angkatan 2017 yang membantu menyelesaikan tugas tugas besar serta mendengarkan keluh kesah dalam menghadapi tantangan setiap semester tanpa kalian semua Rara mungkin menyerah dan tidak sanggup menyelesaikannya sendiri.
8. Kepada sahabat Anggy, Fajri, Maezel, Rahmi, Abang, Diva, Azwar, Jaffar, Irwan, Amry, Iip, Arpul yang selalu memberikan dukungan dalam susah maupun senang.
9. Kepada orang-orang yang telah mendukung Penulis yang tidak sempat disebutkan namanya satu-satu, Penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan untuk mendorong peneliti-peneliti selanjutnya.

Gowa, 11 Agustus 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Pelabuhan.....	6
2.2. Sistem dan Prosedur Pelayanan Jasa Kepelabuhan.....	6

2.3. Kinerja Pelabuhan .....	7
2.3. Kinerja Bongkar Muat Peti kemas .....	9
2.3.1. Pengertian Kinerja.....	9
2.3.2. Kinerja Bongkar Muat Peti Kemas .....	10
2.3.3. Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas .....	11
2.4. Sistem Bongkar Muat Peti Kemas .....	11
2.5. <i>Container Crane/ Quay Gantry Crane/ Ship to Shore (STS) Crane</i> .....	12
2.6. Kinerja Operasional .....	15
2.7. Kinerja Perawatan .....	17
2.8. Kinerja Peralatan Penangan Petikemas .....	19
2.9. Penyusutan/Depresiasi .....	21
2.9.1. Faktor-faktor yang menyebabkan diadakannya penyusutan .....	21
2.9.2. Faktor-faktor dalam Menentukan Biaya Depresiasi .....	22
2.9.3. Metode Nilai Mendatang .....	22
2.10. Regresi Linier Sederhana .....	23
2.11. Metode Profitabilitas Investasi .....	24
2.12. Studi Terdahulu .....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Lokasi dan Waktu Pengambilan Data .....	30
3.2. Jenis dan Sumber Data .....	30
3.3. Metode Pengumpulan Data .....	31
3.3.1. Penelitian Lapangan ( <i>Field Research</i> ).....	31
3.3.2. Penelitian Kepustakaan ( <i>Library Research</i> ) .....	32
3.4. Metode Penelitian.....	32
3.5. Diagram Alur Penelitian .....	35
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Data Kapasitas <i>Container Crane</i> .....	36
4.2. Perhitungan Kinerja Peralatan.....	37
4.2.1. <i>Availability dan Utilization Container Crane</i> .....	37

4.2.2. <i>Mean Time Between Failure</i> dan <i>Mean Time to repair Container Crane</i> .....	40
4.2.3. Waktu Pelayanan <i>Container Crane</i> .....	42
4.3. Biaya Penggunaan BBM dan Energi Listrik .....	44
4.3.1. Biaya Penggunaan BBM .....	45
4.3.2. Biaya Penggunaan Energi Listrik .....	46
4.3.3. Perbandingan Biaya Penggunaan BBM dan Energi Listrik .....	47
4.4. Analisis Kelayakan Finansial <i>Container Crane</i> .....	48
4.4.1. Analisis Biaya Investasi dan Penyusutan .....	49
4.4.1.1. <i>Container Crane</i> Menggunakan BBM .....	50
4.4.2. Analisis Biaya Produksi .....	51
4.4.2.1. Analisis Biaya Gaji Pegawai pada Proses Stevedoring .....	51
4.4.2.2. Rekapitulasi Biaya Produksi .....	54
4.4.3. Analisis Pendapatan .....	54
4.4.4. Analisis Laba Rugi .....	56
4.4.5. Analisis Proyeksi Peti Kemas .....	57
4.4.6. Analisis Proyeksi Pendapatan .....	59
4.4.7. Proyeksi Biaya Produksi .....	60
4.4.8. Analisis Proyeksi Laba Rugi .....	62
4.4.9. Analisis Penilaian Investasi .....	62
4.4.9.1. Metode <i>Payback Period</i> .....	62
4.4.9.2. Metode <i>Net Present Value (NVP)</i> .....	64
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	68
5.2. Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	70
<b>LAMPIRAN</b> .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Ship to Shore (STS) Crane / Container Crane</i> .....	13
Gambar 2.2 <i>Speader</i> .....	14
Gambar 2.3 <i>Boom</i> .....	14
Gambar 3.1 Lokasi Pelabuhan Makassar <i>New Port</i> .....	29
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penelitian .....	33
Gambar 4.1 Grafik <i>availability</i> dan <i>utilization container crane</i> tahun 2020 di <i>Makassar New Port</i> .....	37
Gambar 4.2 Grafik <i>MTBF</i> dan <i>MTTR container crane</i> tahun 2020 di <i>Makassar New Port</i> .....	39
Gambar 4.3 Grafik <i>berth working time container crane</i> tahun 2020 di <i>Makassar New Port</i> .....	40
Gambar 4.4 Grafik biaya/box penggunaan <i>BBM</i> dan energi listrik <i>container crane</i> di <i>Makassar New Port</i> .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kinerja Operasional Pelabuhan .....	9
Tabel 4.1 Kapasitas <i>Container Crane</i> .....	34
Tabel 4.2 Data <i>Possible time, operation hour</i> dan <i>down time Container Crane</i> tahun 2020 .....	36
Tabel 4.3 Tabel Rekapitulasi <i>availability</i> dan <i>utilization Container Crane</i> tahun 2020 .....	37
Tabel 4.4 Tabel Rekapitulasi MTBF dan MTTR <i>Container Crane</i> tahun 2020.....	39
Tabel 4.5 Hasil perhitungan biaya penggunaan BBM/Box pada CC-01 tahun 2020 .....	42
Tabel 4.6 Hasil perhitungan biaya penggunaan BBM/Box pada CC-02 tahun 2020 .....	43
Tabel 4.7 Data hasil perhitungan biaya penggunaan energi listrik /Box pada CC-03 dan CC-04 desember 2020 .....	44
Tabel 4.8 Hasil perhitungan biaya/box penggunaan BBM dan energi listrik.....	45
Tabel 4.9 Hasil perhitungan biaya penyusutan dan nilai sisa dari <i>container crane</i> menggunakan BBM .....	47
Tabel 4.10 Hasil perhitungan biaya penyusutan dan nilai sisa dari <i>container crane</i> menggunakan <i>supply</i> listrik .....	48
Tabel 4.11 Hasil perhitungan gaji pegawai yang bekerja pada proses <i>stevedoring</i> di <i>Makassar New Port</i> tahun 2020 .....	50
Tabel 4.12 Rekapitulasi gaji pegawai <i>stevedoring</i> .....	51
Tabel 4.13 Hasil rekapitulasi biaya operasional <i>container crane</i> pada proses <i>stevedoring</i> di <i>Makassar New Port</i> tahun 2020 .....	51
Tabel 4.14 Tarif yang berlaku di IPC .....	52
Tabel 4.15 Perhitungan tarif <i>stevedoring</i> di <i>Makassar New Port</i> .....	52

Tabel 4.16 Rekapitulasi pendapatan <i>stevedoring</i> di <i>Makassar New Port</i> .....	53
Tabel 4.17 Rekapitulasi laba rugi proses <i>stevedoring</i> .....	54
Tabel 4.18 Rekapitulasi arus bongkar muat petikemas di <i>Makassar New Port</i> tahun 2020 .....	55
Tabel 4.19 Proyeksi arus peti kemas .....	56
Tabel 4.20 Proyeksi pendapatan <i>stevedoring</i> .....	57
Tabel 4.21 Proyeksi biaya penggunaan dan energi listrik .....	58
Tabel 4.22 Proyeksi biaya <i>maintenance</i> .....	59
Tabel 4.23 Proyeksi biaya pegawai <i>stevedoring/ container crane</i> .....	60
Tabel 4.24 Perhitungan <i>payback period container crane</i> menggunakan BBM .....	61
Tabel 4.25 Perhitungan <i>payback period container crane</i> menggunakan <i>supply</i> listrik .....	62
Tabel 4.26 Perhitungan <i>net present value container crane</i> menggunakan BBM .....	63
Tabel 4.27 Perhitungan <i>net present value container crane</i> menggunakan <i>supply</i> listrik .....	64
Tabel 4.28 Hasil analisis <i>net present value container crane</i> .....	65

## DAFTAR ISTILAH

- Container crane* : *Container crane*, merupakan peralatan bobgar muat yang berfungsi mengangkat dan menurunkan peti kemas dari kapal ke *Head Truck*.
- TEU's : *Twenty Feet Equivalent Units*, sebuah satuan ekivalen dari peti kemas, 1 TEU's adalah satu peti kemas dengan ukuran panjang 20 kaki dengan tinggi 9 kaki.
- Maintenance* : *Maintenance* (Perawatan) adalah semua tindakan teknik dan administrative yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi mesin/peralatan tetap baik dan dapat melakukan segala fungsinya dengan baik, efisien, dan ekonomis sesuai tingkat keamanan.
- MTBF* : *Mean Time Between Failure* (MTBF) yang tinggi menunjukkan panjangnya waktu suatu alat dapat dioperasikan tanpa kerusakan, artinya alat itu semakin andal.
- MTTR* : Adalah *Mean Time To Repair*, atau waktu rata-rata yang digunakan untuk proses *repair* (perbaikan) alat.
- Utilization* : Merupakan tingkat penggunaan atau pemanfaatan suatu alat

*Availability* : Tingkat kesiapan/ketersediaan suatu peralatan baik dalam jumlah kuantitas maupun kualitas alat.



## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
BWT	: <i>Berth Working Time</i> (waktu pelayanan alat)	Detik
Av	: <i>Availability</i> (tingkat ketersediaan alat)	%
Ut	: <i>Utilization</i> (tingkat kegunaan alat)	jam
MTTR	: <i>Mean Time to Repair</i>	jam
MTBF	: <i>Mean Time Between Failure</i>	jam
OH	: <i>Operation Hour</i> (waktu operasi alat)	jam
DT	: <i>Down time</i> (waktu yang terbuang karena alat tidak beroperasi)	jam
Kwh	: <i>Kilo Watt Hour</i> (satuan energi listrik)	Kwh
i	: <i>Interest</i> (tingkat bunga)	%

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Biaya penggunaan BBM .....	74
LAMPIRAN 2 :Perhitungan gaji pegawai <i>stevedoring</i> CC-01 .....	75
LAMPIRAN 3 :Perhitungan gaji pegawai <i>stevedoring</i> CC-02.....	76
LAMPIRAN 4 :Perhitungan gaji pegawai <i>stevedoring</i> CC-03.....	77
LAMPIRAN 5 :Perhitungan gaji pegawai <i>stevedoring</i> CC-04.....	78
LAMPIRAN 6 : Data produktivitas <i>container crane</i> .....	79
LAMPIRAN 7 :Proyeksi laba rugi.....	81

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang terdiri dari pulau pulau yang terbentang dari sabang sampai marauke, dengan jumlah pulau sebanyak 17.508. Jarak antar pulau tersebut tentunya memerlukan konektivitas pendukung untuk menunjang stabilitas perekonomian indonesia secara merata. Berdasarkan data kementerian koordinator bidang kemaritiman, Indonesia memiliki luas wilayah 5.180.053 km<sup>2</sup> dengan luas daratan 1.922.570 km<sup>2</sup> dan luas perairan 3.257.483 km<sup>2</sup>. Data tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar wilayah indonesia terdiri atas perairan.

Jasa pelabuhan sabagai salah satu sarana transportasi laut yang sangat dibutuhkan dalam menunjang pemerataan pembangunan ke seluruh pelosok tanah air indonesia. Pelabuhan menurut UU No.17 Tahun 2008 Sebagai Tempat Kegiatan Pemerintahan dan Kegiatan Pengusahaan yang Digunakan Sebagai Tempat Sandar Kapal, Naik Turun Penumpang dan Bongkar Muat Barang, Berupa Terminal dan Tempat Berlabuh Kapal Yang Dilengkapi dengan Fasilitas Keselamatan dan Keamanan Pelayaran dan Kegiatan Penunjang Pelabuhan serta Tempat Perpindahan Intra dan Antra Moda Transportasi. Fungsi pelabuhan di indonesia menjadi sangat penting seiring dengan berkembangnya industri serta perubahan pola distribusi barang dari lepasan ke kemasan yang terus mengalami peningkatan hal ini ditandai dengan semakin besarnya pertumbuhan arus petikemas.

PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) berupaya memanfaatkan peluang dalam rangka peningkatan kinerja korporasi. Salah satunya adalah eksekusi pembangunan *Makassar New Port* sebagai gerbang utama percepatan pembangunan kawasan timur Indonesia khususnya wilayah Makassar. Pembangunan *Makassar New Port* bertujuan sebagai pusat konsolidasi peti kemas kawasan timur Indonesia dan *international port* yang mendukung kebijakan *direct call* ekspor produk-produk hasil pertanian dan perikanan dari wilayah Sulawesi

Selatan ke Asia dan Eropa. *Makassar New Port* nantinya akan menggantikan fungsi Terminal Hatta yang saat ini melayani arus peti kemas.

Pertumbuhan ekonomi di kawasan timur Indonesia akan memicu peningkatan arus peti kemas untuk memenuhi kebutuhan permintaan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Perencanaan jangka panjang *Makassar New Port* di persiapkan sebagai hubungan utama kawasan Indonesia timur dengan kapasitas terpasang mencapai 10 juta *TEU's* dan panjang dermaga 4.500 meter pada tahun 2025. Besarnya transshipment barang yang terjadi menuntut adanya peningkatan sarana dan prasarana infrastruktur pelabuhan yang layak dan representative serta memiliki daya dukung untuk meningkatkan produktivitas bongkar muat.

*Container Crane* adalah alat membongkar atau memuat peti kemas dari kapal ke dermaga/lapangan penumpukan begitupun sebaliknya. Alat ini adalah alat yang pertama kali beroperasi setelah kapal bertambat. Untuk proses bongkar/muat, *container crane* 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.

Di *Makassar New Port* terdapat *container crane* tipe lama dan tipe baru. *Container crane* tipe lama menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari *generator set* (genset) yang memiliki penggerak mula berupa mesin diesel sedangkan *container crane* tipe baru dengan *supply* listrik di dapatkan langsung dari PLN. Namun pada kedua jenis tipe *container crane* memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing maka penulis mengangkat topik penelitian dengan judul **“STUDI KOMPERSTIF EFISIENSI CONTAINER CRANE MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK DAN SUPPLY LISTRIK DI MAKASSAR NEW PORT”** untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan *container crane* baik dari sisi teknis dan ekonomis yang ada di *Makassar New Port* sehingga diketahui *container crane* tipe yang mana yang lebih efisien. Modernisasi fasilitas pelabuhan, penghematan biaya logistik, serta melakukan

kebijakan-kebijakan terbaik yang bersifat maju, membangun, efektif, efisien dan tepat guna, sehingga tidak ada pihak yang dirugikan

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah yang diangkat berdasarkan uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana *performance* teknis dari *container crane* yang ada di *Makassar New Port*?
2. Bagaimana perbandingan biaya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dan biaya energi listrik pada *container crane* di *Makassar New Port*?
3. Bagaimana penilaian kelayakan finansial dari *container crane* di *Makassar New Port*?

## **1.3 Batasan Masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang meluas dari rumusan masalah maka penulis memberikan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang digunakan meliputi :

1. Proyeksi petikemas menggunakan metode trend linier.
2. Analisis kelayakan finansial hanya menggunakan metode *payback period* dan *net present value*.
3. *Interest* atau bunga yang di gunakan asumsi 12 %, asumsi di ambil berdasarkan Suku Bunga Dasar Kredit (SBDK) 10 bank di Indonesia tahun 2020 untuk kredit koorporasi yang terendah 9.74% dan tertinggi 11 %.
4. Tidak memperhitungkan pemindahan TPM ke *Makassar New Port*.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah dan fokus penelitian yang telah dijabarkan di atas, tujuan dari penelitian ini diantaranya:

1. Mengetahui *performance* teknis dari *container crane* yang ada di *Makassar New Port*.

2. Mengetahui perbandingan biaya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dan biaya energi listrik pada *container crane* di *Makassar New Port*.
3. penilaian kelayakan finansial dari *container crane* di *Makassar New Port*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang didapatkan dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Manfaat secara Teoritis
  - a. Dapat digunakan sebagai referensi Tugas Akhir di bidang manajemen kepelabuhanan dan ekonomi teknik.
  - c. Pemahaman wawasan mahasiswa terhadap perencanaan pelabuhan secara umum atau secara khusus dibidang manajemen operasional dan ekonomi teknik

2. Manfaat secara Praktis

Dari hasil penulisan dapat memberikan informasi kepada pihak pelabuhan tentang kinerja operasional peralatan bongkar muat petikemas secara analisis yang kaitannya dengan efisiensi *container crane*.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Agar penulisan ini menjadi terarah dan sistematis, pokok-pokok uraian masalah penelitian setiap bab diuraikan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan teori-teori yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Meliputi lokasi dan waktu penelitian, jenis data, sumber data, teknik pengambilan data, teknik analisis data dan diagram alur penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menguraikan pelaksanaan kegiatan penelitian hingga hasil yang diperoleh diolah dan dianalisis berdasarkan metodologi yang telah ditentukan, sehingga pada bagian akhir dapat diuraikan hasil analisis yang akan menjadi landasan untuk mengambil keputusan.

#### **BAB V PENUTUP**

Merupakan bab akhir dalam penulisan tugas akhir yang berisi kesimpulan dan saran-saran dari penelitian ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pelabuhan**

Menurut Peraturan Pemerintah No.69 Tahun 2001 Pasal 1 ayat 1, tentang Kepelabuhanan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas - batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Menurut Triatmodjo (1992) pelabuhan (*port*) merupakan suatu daerah perairan yang terlindung dari gelombang dan digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal maupun kendaraan air lainnya yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan penumpang, barang maupun hewan, reparasi, pengisian bahan bakar dan lain sebagainya yang dilengkapi dengan dermaga tempat menambatkan kapal, kran-kran untuk bongkar muat barang, gudang transito, serta tempat penyimpanan barang dalam waktu yang lebih lama, sementara menunggu penyaluran ke daerah tujuan atau pengapalan selanjutnya. Selain itu, pelabuhan merupakan pintu gerbang serta pemelancar hubungan antar daerah, pulau bahkan benua maupun antar bangsa yang dapat memajukan daerah belakangnya atau juga dikenal dengan daerah pengaruh. Daerah belakang ini merupakan daerah yang mempunyai hubungan kepentingan ekonomi, sosial, maupun untuk kepentingan pertahanan yang dikenal dengan pangkalan militer angkatan laut.

#### **2.2. Sistem dan Prosedur Pelayanan Jasa Kepelabuhan**

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan nomor: KM. 21 Tahun 2007, sistem dan prosedur pelayanan kapal, barang, dan penumpang adalah tata cara pelayanan operasional yang mengatur keluar/masuk kapal, kegiatan bongkar muat, keluar/masuk barang dan orang di pelabuhan, yang dilakukan untuk



menjamin terselenggaranya ketertiban dan kelancaran kegiatan operasional pelabuhan.

### 2.3. Kinerja Pelabuhan

Kinerja pelabuhan digunakan untuk mengetahui tingkat pelayanan pelabuhan kepada pengguna pelabuhan (kapal dan barang), yang tergantung pada waktu pelayanan kapal selama berada di pelabuhan. Kinerja pelabuhan yang tinggi menunjukkan bahwa pelabuhan dapat memberikan pelayanan yang baik (Triatmodjo,2010).

Berdasarkan Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor UM.002/38/18DJPL11 tanggal 15 Desember 2011 tentang Standar Kinerja Pelayanan operasional pelabuhan, kinerja pelayanan operasional adalah hasil kerja terukur yang dicapai di pelabuhan dalam melaksanakan pelayanan kapal, barang, utilitas fasilitas dan alat dalam periode waktu dan satuan tertentu.

Berikut di bawah ini merupakan indikator kinerja pelayanan yang terkait dengan jasa pelabuhan terdiri dari:

1. Waktu Tunggu Kapal (*Waiting Time/WT*) merupakan jumlah waktu sejak pengajuan permohonan tambat setelah kapal tiba dilokasi labuh sampai kapal digerakkan menuju tambatan.
2. Waktu Pelayanan Pemanduan (*Approach Time/AT*) merupakan jumlah waktu terpakai untuk kapal bergerak dari lokasi labuh sampai ikat tali pada tambatan atau sebaliknya.
3. Waktu Efektif (*Effective Time/ ET*) merupakan jumlah jam bagi suatu kapal yang benar-benar dipergunakan untuk bongkar muat selama kapal di tambatan.
4. *Berth Time (BT)* merupakan jumlah waktu siap operasi tambatan untuk melayani kapal.
5. *Receiving / Delivery* peti kemas merupakan kecepatan pelayanan/penerimaan di terminal peti kemas yang dihitung sejak alat angkut masuk hingga keluar yang dicatat di pintu masuk/keluar.
6. Tingkat Penggunaan Dermaga (*Berth Occupancy Ratio/BOR*) merupakan perbandingan antara waktu penggunaan dermaga dengan waktu yang tersedia

(dermaga siap operasi) dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam presentase.

7. Tingkat Penggunaan Gudang (*Shed Occupancy Ratio/SOR*) merupakan perbandingan antara jumlah pengguna ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia yang dihitung dalam satuan ton/hari atau satuan  $m^3$  /hari.
8. Tingkat Penggunaan Lapangan Penumpukan (*Yard Occupancy Ratio/YOR*) merupakan perbandingan antara jumlah penggunaan ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia (siap operasi) yang dihitung dalam satuan ton/hari atau  $m^3$  /hari.
9. Kesiapan operasi peralatan merupakan perbandingan antara jumlah peralatan yang siap untuk dioperasikan dengan jumlah peralatan yang tersedia dalam periode waktu tertentu.

Sesuai dengan uraian pelayanan operasional pelabuhan di atas, yang dimaksud dengan kinerja pelayanan operasional adalah hasil kerja terukur yang dicapai pelabuhan dalam melaksanakan pelayanan kapal, barang dan utilisasi fasilitas dan alat, dalam periode waktu dan satuan tertentu. Indikator-indikator kinerja pelayanan operasional adalah variabel-variabel pelayanan, penggunaan fasilitas dan peralatan pelabuhan, dalam hal ini yang dimaksudkan adalah untuk pelayanan fasilitas dermaga, lapangan penumpukan dan gudang.

Berdasarkan Standar Kinerja Pelayanan Kapal yang dikeluarkan oleh Dirjen Perhubungan Laut Tahun 2011, untuk Pelabuhan Makassar dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.1.** Standar Kinerja Operasional Pelabuhan

No.	Indikator	Nilai Standar
1	<i>Waiting Time (WT)</i>	1 jam
2	<i>Approach Time (AT)</i>	1,25 jam
3	<i>Effective Time (ET) / Berthing Time (BT)</i>	80%
4	<i>Berth Occupancy Ratio (BOR)</i>	70%
5	<i>Shed Occupancy Ratio (SOR)</i>	65%
6	<i>Yard Occupancy Ratio (YOR)</i>	70%
7	Kesiapan Peralatan	90%

( Sumber: KM 48 Tahun 2020)

### 2.3 Kinerja Bongkar Muat Peti Kemas

Kinerja bongkar muat peti kemas yang terjadi di Makassar *New Port* menjadi tolak ukur tingkat kualitas, kuantitas dan waktu dalam memberikan pelayanan khususnya bongkar muat peti kemas guna meningkatkan perekonomian.

#### 2.3.1 Pengertian kinerja

Kinerja adalah hasil atau tingkat keberhasilan secara keseluruhan selama periode tertentu dalam melaksanakan tugas dibandingkan dengan berbagai kemungkinan, seperti standard hasil kerja, target atau sasaran atau kriteria yang telah ditentukan terlebih dahulu dan telah disepakati bersama.

Kinerja menunjukkan pencapaian target kerja yang berkaitan dengan kualitas, kuantitas, dan waktu. Pencapaian kinerja tersebut dipengaruhi oleh kecakapan dan waktu. Kinerja yang optimal akan terwujud bila mana organisasi dapat memilih karyawan yang memiliki motivasi dan kecakapan yang sesuai dengan pekerjaannya serta memiliki kondisi yang memungkinkan mereka agar bekerja secara maksimal. (Suhendi, 2012)

Para pakar manajemen banyak memberikan definisi tentang kinerja secara umum, yaitu sebagai berikut:

1. Kinerja, adalah catatan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari fungsi-fungsi pekerjaan atau kegiatan tertentu selama kurun waktu tertentu.

2. Kinerja, adalah keberhasilan seseorang dalam melaksanakan suatu pekerjaan.
3. Kinerja, adalah apa yang dapat dikerjakan sesuai dengan tugas dan fungsinya masing-masing.

### 2.3.2 Kinerja Bongkar Muat Peti Kemas

Kriteria kinerja bongkar muat peti kemas, salah satunya dapat dilihat dari produktivitas alat bongkar muat. Kemampuan alat bongkar muat peti kemas harus dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk melakukan bongkar muat peti kemas yang keluar masuk. Data kinerja operasional bongkar muat meliputi tiga kategori tolak ukur sebagai berikut:

1. *Output* yang terdiri dari *output* kapal dan *throughput* (daya lalu) dermaga yakni jumlah peti kemas yang dibongkar dan/atau dimuat dari/ke atas kapal selama satu satuan waktu dan jumlah peti kemas yang melintasi kade/dermaga dari/ke atas kapal selama periode waktu tertentu. Sedangkan jumlah peti kemas yang di *handle* setiap *crane* dalam waktu 1 jam (B/C/H) tanpa interupsi adalah ukuran produktivitas.
2. *Service* terhadap kapal terdiri dari waktu kapal di pelabuhan (*turn round time*), waktu kapal di dermaga (*berthing time*), waktu kerja di dermaga (*berth working time*), dan waktu efektif (*effective time*) pelaksanaan bongkar muat. *Output* setiap satu satuan waktu yang dimaksud pada angka (1) di atas adalah *output* per *turn round time*, per *berthing time*, per *berth working time*, dan per *effective time*. *Output* tertinggi yakni *output effective time* sementara yang terkecil yakni *output per turn round time*.
3. *Utilization* terdiri dari tolak ukur pemakaian dermaga (*berth occupancy ratio*), pemakaian gudang (*storage occupancy ratio*), pemakaian lapangan (*yard occupancy ratio*), dan pemakaian alat bongkar muat.

### 2.3.3 Produktivitas Bongkar Muat Petikemas

Produktivitas merupakan istilah dalam kegiatan produksi sebagai perbandingan antara hasil (*output*) dengan masukan (*input*). Produktivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal. Produktivitas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan suatu industri dalam menghasilkan barang atau jasa. Ukuran-ukuran produktivitas bisa bervariasi, tergantung pada aspek-aspek output dan input yang digunakan sebagai agregat dasar. Misalnya dalam pengukuran produktivitas bongkar muat peti kemas. (Lasse, 2012).

### 2.4 Sistem Bongkar Muat Peti Kemas

Berikut ini adalah beberapa urutan-urutan dalam kegiatan operasi bongkar muat (Lasse, 2012) diantaranya:

1. *Ship operation* meliputi memuat dan membongkar peti kemas antara kapal dengan dermaga. Semua peti kemas yang masuk maupun keluar mesti melalui operasi kapal, sehingga operasi kapal secara mutlak menentukan kecepatan handling pada keseluruhan terminal.
2. Gerakan perpindahan peti kemas antara dermaga lapangan (*container yard*) disebut *Quay Transfer Operation* (QTO) berperan mengatur dan mengimbangi kecepatan operasi kapal. QTO sangat berpengaruh terhadap kecepatan memuat dan membongkar petikemas ke dan dari atas kapal. Kebanyakan sistem terminal petikemas tidak melakukan kegiatan memuat atau membongkar secara langsung.
3. Petikemas pada umumnya ditempatkan sementara di lapangan sambil menunggu penyelesaian dokumen, administrasi dan formalitas lain. Karena lapangan dianggap sebagai gudang terbuka, maka kegiatan ini disebut *storage operation* yang berfungsi sebagai stok pengaman antara operasi penyerahan/penerimaan dengan operasi kapal.
4. *Receipt/delivery operation* adalah kegiatan penerimaan dan penyerahan petikemas. Operasi ini menghubungkan terminal petikemas dan kendaraan angkutan jalan raya dan angkutan rel kereta api. Operasi ini berhubungan

dengan pihak-pihak pengguna jasa meliputi *importir*, *eksportir* dan depot petikemas.

Suatu terminal petikemas merupakan sebuah sistem yang terdiri dari banyak sub-sub sistem (Lasse, 2012) di antaranya:

1. *Tractor-trailer system*, sebagai alat angkut petikemas dalam QTO dan di lingkungan terminal.
2. *Straddle carrier* atau *reach stacker system*, sebagai alat pemindah petikemas antara lapangan ke alat angkut (*head truck-chassis*) atau sebaliknya dari kendaraan angkutan darat ke lapangan.
3. *Yard gantry system*, alat angkat dilapangan untuk melakukan *stacking* dan *unstacking*, ke/dari *tractor-trailer system* dalam QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal.
4. *Front-end loader system*, alat angkat berat untuk menunjang kegiatan QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal.

## **2.5 Container Crane/ Quay Gantry Crane/ Ship to Shore (STS) Crane**

*Container Crane* ditempatkan secara permanen di pinggir dermaga dengan menggunakan rel sehingga dapat bergeser dan berfungsi sebagai alat utama bongkar muat peti kemas dari dermaga ke kapal dan sebaliknya. *Container Crane* merupakan kiblat dari terminal peti kemas sebagai alat bongkar dan muat. Jenis *Container Crane* dibedakan menjadi:

1. *Post Panamax* mempunyai jarak jangkauan *outrreach* yaitu jarak dari rel sisi laut sampai dengan lebar kapal sekitar 40 meter (16 rows).
2. *Super Post Panamax* mempunyai jarak jangkauan *outrreach* yaitu jarak dari rel sisi laut sampai dengan lebar kapal sekitar 45 meter (16 rows) -52 meter (20 rows).



Gambar 2.1 *Ship to Shore (STS) Crane / Container Crane*

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Adapun prinsip kerja *container crane* dalam melakukan proses *stevedoring* terbagi menjadi 4 gerakan sebagai berikut:

1. *Hoisting dan Lowering*

Sistem pengangkatan ini dari suatu tempat pada suatu ketinggian kemudian diturunkan dalam hal ini yang pada ujungnya dipasang sebuah *pancing blon* (*hook blon*). Dan tergantung pada bagian ujung *boom* untuk mencapai jangkauan yang diinginkan.

2. *Derrecking*

Sistem ini turun naik dan jangkauan *boom* yang dapat berubah ubah sesuai dengan keinginan minimum sudut *boom* “0” derajat. Sampai maksimum mencapai “80” derajat, gerakan ini untuk mencapai jangkauan sesuai panjang *boom* itu sendiri.

3. *Swinging*

Sistem *swing* atau perputaran bagian atas (*super structure*) pada bagian ini pondasi yang dapat berputar 300 derajat. untuk memindahkan muatan dari suatu tempat ke tempat yang lain, *swing* dapat dibatasi tergantung permintaan pemilik.

Berikut ini merupakan komponen-komponen utama dari *container crane* yang berfungsi saat *stevedoring*:

1. *Spreader*

*Spreader* berfungsi untuk menjepit peti kemas pada saat mengangkat atau penurunan peti kemas dari atau ke kapal. Sebuah *spreader* memiliki *twist lock* di setiap sudutnya sisi-sisinya (terdapat empat buah *twist lock* pada sebuah

*spreader*). Spreader mampu meningkatkan produktivitas bongkar muat yang sering dilakukan oleh para pekerja pelabuhan terminal peti kemas. Dalam hal penggunaan *spreader* SOP lebih dikenal dengan SWL atau *Safe Working Load* pada setiap crane yang terpasangkan *spreader*.



Gambar 2.2 Spreader

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

## 2. Boom

*Boom* berfungsi sebagai tempat bergantungnya *spreader* dan kabin operator. *Boom* dilengkapi dengan motor yang berfungsi untuk menggerakkan *spreader* dan kabin operator ke arah depan dan belakang (*trolley* maju/mundur) untuk mengangkat/menurunkan *container*. Ekstensi landasar troli yang sering digunakan untuk memberikan kelonggaran pada perpindahan *gantry* dengan cara ditarik kembali atau diangkat. *Boom* merupakan komponen berbentuk *horizontal* yang digunakan untuk mendukung proses pengangkatan dan penurunan beban pada titik selain yang langsung dibawah.



Gambar 2.3 Boom

(Sumber: [www.casperphilips.com](http://www.casperphilips.com))



### 3. Rel

Rel adalah jalur khusus untuk tempat Bergeraknya *container crane (CC)* kearah kiri atau kearah kanan sesuai posisi untuk melaksanakan kegiatan bongkar muat ke kapal atau ke dermaga.

## 2.5 Kinerja Operasional

Untuk mengukur efisiensi dan efektivitas kinerja operasional dalam pengelolaan peralatan bongkar muat petikemas di gunakan tolak ukur atau parameter sebagai berikut Lasse (2012) :

1. *Possible time* adalah waktu yang tersedia mengoperasikan alat, dinyatakan dalam satuan jam per hari, contoh 24 jam/hari.

$$PT = DM \times AT \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

*AT = Available time*

*PT = Possible time*

*DM = Day/Month* (jumlah hari dalam sebulan)

2. *Down time*, adalah waktu terbuang karena alat tidak beroperasi disebabkan kerusakan, gangguan dan tunggu suku cadang, dinyatakan dalam satuan jam atau persen.

3. *Available time* adalah waktu siap operasi dinyatakan dalam satuan jam, *available time* yang dinyatakan dalam persen disebut *availability*. *Available time* adalah selisih antara *possible time* dengan *down time* atau:

$$AT = PT - DT \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

*AT = Available time*

*PT = Possible time*

*DT = Down time*

4. *Availability* adalah persentase *available time* terhadap *possible time* atau:

$$A_v = \frac{PT - DT}{PT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

$A_v$  = *Availability*

$PT$  = *Possible time*

$DT$  = *Down time*

5. *Utilization* adalah waktu kerja efektif alat dinyatakan dalam satuan jam atau persen. Angka-angka waktu kerja efektif alat diambil dari buku jurnal (*log book*) atau dari *hour meter* alat. *Utilization* dapat dinyatakan dalam satuan persen, atau:

$$U_t = \frac{OH}{PT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

$U_t$  = *Utilisasi*

$PT$  = *Possible time*

$OH$  = *Operation hour*

Berikut adalah karakteristik waktu-waktu kinerja operasional peralatan bongkar muat peti kemas di pelabuhan:

- 1) Karakteristik tolak ukur waktu kerja efektif (*utilization*) selalu lebih kecil dari pada atau setinggi-tingginya sama dengan waktu siap operasi (*available time*). Nilainya ditentukan oleh tingkat permintaan (*demand*) dari pasar dan banyaknya alat sejenis yang tersedia dalam kelasnya.
- 2) Karakteristik tolak ukur waktu siap operasi (*available time*) selalu lebih kecil daripada waktu tersedia (*possible time*). Nilainya sangat ditentukan oleh tinggi- rendahnya *down time*. Makin besar *down time*, maka *available time* semakin kecil atau *availability* rendah.
- 3) Karakteristik *down time* sebagai angka penentu terhadap tingkat *availability* alat. Tingginya angka-angka kerusakan, gangguan dan tunggu suku cadang menurunkan kesiapan.
- 4) *Possible time* merupakan angka konstanta.

Angka-angka *availability* dan *utilisasi* pada dasarnya ditentukan oleh tingkat kesiapan oprasional. Alat ini dapat bekerja efektif menghasilkan produksi hanya apabila *available*. Hubungan antara keduanya adalah *utilisasi* mempunyai ketergantungan terhadap *availability*. Sedangkan waktu siap operasi (*available time*) mempunyai ketergantungan terhadap *down time*, dan *down time* secara prinsip ditentukan melalui baik-buruknya proses manajemen alat. Lasse (2012).

## 2.7. Kinerja Maintenance Peralatan

*Maintenance* merupakan suatu aktivitas yang bertujuan agar peralatan atau sistem yang rusak, dikembalikan atau diperbaiki ke kondisi tertentu pada periode waktu tertentu (Ebeling, 1997). Sedangkan menurut Higgs & Mobley (2008) *Maintenance* atau perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. Kegiatan ini dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada pada kondisi yang diterimanya oleh penggunanya.

*Maintenance* merupakan kegiatan untuk menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan memperbaiki kegagalan atau mengganti peralatan yang diperlukan agar 11 kegiatan produksi berjalan sesuai rencana (Assauri, 2008). Sedangkan menurut Setiawan (2008) perawatan merupakan tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbarui umur masa pakai dengan cara memperbaiki kegagalan atau kerusakan mesin.

*Reliability*, adalah angka yang menunjukkan keandalan alat dalam arti alat mampu dioperasikan terus-menerus selama periode tertentu tanpa mengalami gangguan atau kerusakan. Angka keandalan merupakan jarak antar gangguan atau kerusakan, atau nilai yang dihitung menurut ukuran waktu rata-rata kerusakan.

*Mean Time Between Failure* (MTBF) yang tinggi menunjukkan panjangnya waktu suatu alat dapat dioperasikan tanpa kerusakan, artinya alat itu semakin andal. Rumus hitungannya:

$$MTBF = \frac{\text{Jam Kerja Efektif}}{\text{Kekerapan Gangguan}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Tolak ukur keandalan alat mekanis bongkar-muat peti kemas dapat pula dinyatakan dalam satuan gerakan (*movement*) yang dikerjakan alat selama tidak rusak. Total gerakan rata-rata selama alat dapat dioperasikan menunjukkan angka keandalan alat yang dimaksud. Makin banyak gerakan operasi sebelum terjadi gangguan alat kerusakan, semakin baik. Ukurannya ialah *Mean Movement Between Failure* (MMBF), dihitung dengan rumus:

$$\text{MMBF} = \frac{\text{Total Gerakan Selama Periode Tertentu}}{\text{Kekerapan Gangguan}} \dots\dots\dots (2.6)$$

*Maintainability*, adalah angka yang menunjukkan berapa lama penanganan setiap gangguan dan kerusakan alat atau disebut juga “*administrative waiting time*”. Nilai *maintainability* ditentukan secara rata-rata, yakni jumlah seluruh down time termasuk menunggu kedatangan suku cadang dibagi dengan frekuensi kejadian gangguan dan kerusakan, dinyatakan dalam satuan jam. Dalam menghitung *maintainability* perlu dibedakan antara *unplanned maintenance* berupa gangguan dan kerusakan dengan *planned maintenance* (PM).

Kinerja manajemen perawatan yang baik tentunya yang waktu penanganan sesingkat mungkin. Makin kecil MTTR atau *maintainability* semakin baik. Rumus hitungnya adalah:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Down Time}}{\text{Kekerapan Gangguan}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Kinerja perawatan menyatakan tingkat ketahanan operasi alat (*endurance*) yang ditunjukkan dengan total waktu dan total gerakan operasional rata-rata sebelum alat tersebut mengalami gangguan atau kerusakan. Apabila angka *reliability* tinggi, maka alat tersebut dikatakan andal. Sebaliknya, apabila angka *maintainability* rendah, maka sistem perawatan termasuk keterampilan personel perawatan, dikatakan andal. Jadi dengan mengetahui *level* keandalan alat, sistem dan personel perawatan dalam bentuk MTBF dan MTTR, pemimpin perusahaan dan jajaran manajemen memiliki informasi tentang kualitas alat, personel dan sistem.

## 2.8. Biaya

Biaya merupakan bagian terpenting dalam menjalankan kegiatan perusahaan. Suatu perusahaan untuk mendapatkan laba atau keuntungan harus dapat menghasilkan pendapatan yang lebih besar dibandingkan dengan jumlah biaya yang dikorbankan. Agar dapat bersaing, suatu perusahaan harus memahami konsep dasar biaya dan unit-unit perusahaan sehingga biaya tersebut tetap dapat dikendalikan.

Biaya merupakan bagian terpenting dalam menjalankan kegiatan perusahaan. Suatu perusahaan untuk mendapatkan laba atau keuntungan harus dapat menghasilkan pendapatan yang lebih besar di bandingkan dengan jumlah biaya yang dikorbankan (Riyanto, 2009).

Robert J. Kodoatie (2005 : 71) menyatakan bahwa : “Pada analisis kelayakan ekonomi biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisis perhitungannya. Biaya dikelompokkan menjadi dua yaitu:

### 1. Biaya modal (*capital cost*)

Definisi dari biaya modal adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi proyek sampai proyek selesai di bangun. Semua pengeluaran yang termasuk biaya modal ini dibagi menjadi dua bagian yaitu:

### 2. Biaya langsung (*Direct Cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek seperti material, upah kerja, perlengkapan, dan sebagainya.

### 3. Biaya tak langsung (*Indirect Cost*)

Biaya yang tidak dapat secara akurat dikaitkan dengan objek biaya tertentu. Biasanya biaya untuk ini merupakan suatu angka presentase dari biaya langsung, misal 5%, 10% ataupun 15% .Biaya ini bagi menjadi tiga, yaitu:

Kemungkinan/ hal tak diduga (*contingencies*) dari biaya langsung. Dibagi menjadi tiga, yaitu:

#### a. Biaya/pengeluaran yang mungkin timbul, tetapi tidak pasti.

Biaya yang mungkin timbul, namun belum terlihat. Biaya yang mungkin timbul akibat tidak tepatnya harga pada waktu yang akan datang.

b. Biaya Teknik (*engineering cost*)

Biaya teknik adalah biaya untuk pembuatan desain mulai dari studi awal (Prelemary study), pra studi kelayakan, studi kelayakan, biaya perencanaan dan biaya pengawasan selama waktu pelaksanaan konstruksi.

c. Bunga (interest)

Dari priode waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik, bunga berpengaruh terhadap biaya langsung, biaya kemungkinan dan biaya teknik sehingga harus diperhitungkan.

4. Biaya Tahunan (Annual cost)

Waktu sebuah proyek selesai dibangun merupakan waktu awal dari umur proyek sesuai dengan rekayasa teknik yang telah dibuat dari waktu detail desain. Pada prinsipnya biaya yang masih diperlukan sepanjang umur proyek ini terdiri dari 3 komponen, yaitu:

a. Bunga

Biaya ini menyebabkan terjadinya perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek. Besarnya bisa berbeda dengan bunga selama waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik selesai. Bunga ini merupakan komponen terbesar yang diperhitungkan terhadap biaya modal.

b. Depresiasi atau Amortisasi

Depresiasi adalah turunnya/penyusutan suatu harga/ nilai dari sebuah benda karena pemakaian dan kerusakan atau keusangan benda itu. Sedangkan amortisasi adalah pembayaran dalam suatu priode tertentu (tahunan misalnya) sehingga hutang yang ada akan terbayar lunas pada akhir priode tersebut.

c. Biaya Operasi Pemeliharaan

Agar dapat memenuhi umur proyek sesuai yang direncanakan pada detail desain, maka diperlukan biaya untuk operasi dan pemeliharaan proyek tersebut.

## **2.9. Penyusutan/Depresiasi.**

Depresiasi atau penyusutan merupakan sebagian harga dari perolehan aktiva tetap yang secara sistematis dialokasikan menjadi biaya setiap periode akuntansi. Depresiasi (penyusutan) adalah alokasi jumlah suatu aktiva yang dapat disusutkan sepanjang masa manfaat yang diestimasi yang akan dibebankan ke pendapatan baik secara langsung maupun tidak langsung.

### **2.9.1. Faktor-faktor yang menyebabkan diadakannya penyusutan.**

Depresiasi pada dasarnya adalah penurunan nilai suatu properti atau aset karena waktu pemakaian. Menurut Baridwan, (2004: 306) faktor-faktor yang menyebabkan penyusutan bisa dikelompokkan menjadi dua yakni:

#### **1. Faktor-faktor fisik**

Faktor-faktor fisik yang mengurangi fungsi aktiva tetap adalah aus karena dipakai (*wear and tear*), aus karena umur (*deterioration and decay*) dan kerusakan-kerusakan.

#### **2. Faktor-faktor fungsional**

Faktor-faktor fungsional yang membatasi umur aktiva tetap antara lain, ketidakmampuan aktiva untuk memenuhi kebutuhan produksi sehingga perlu diganti dan karena adanya perubahan permintaan terhadap barang atau jasa yang dihasilkan, atau karena adanya kemajuan teknologi sehingga aktiva tersebut tidak ekonomis lagi jika dipakai.

### **2.9.2. Faktor-Faktor dalam Menentukan Biaya Depresiasi**

Menurut Baridwan (2004:307) Terdapat tiga faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan beban depresiasi setiap periode. Faktor-faktor itu adalah:

#### **1. Harga perolehan (*Innitial Cost*)**

Yaitu uang yang dikeluarkan atau utang yang timbul dan biaya- biaya lain yang terjadi dalam memperoleh suatu aktiva dan mendapatkannya agar dapat digunakan.

2. Nilai sisa (residu)

Nilai sisa suatu aktiva yang didepresiasi adalah jumlah yang diterima bila aktiva itu dijual, ditukarkan atau cara-cara lain ketika aktiva tersebut sudah tidak dapat digunakan lagi, dikurangi dengan biaya-biaya yang terjadi pada saat menjual / menukarnya.

3. Taksiran umum kegunaan (masa manfaat)

Taksiran umum kegunaan (masa manfaat) suatu aktiva dipengaruhi oleh cara-cara pemeliharaan dan kebijakan-kebijakan yang dianut dalam reparasi. Taksiran umum ini bisa dinyatakan dalam satuan periode waktu, satuan hasil produksi atau satuan jam kerjanya. Dalam menaksir umur (masa manfaat) aktiva, harus dipertimbangkan sebab-sebab keausan fisik dan fungsional.

**2.9.3. Metode Nilai Mendatang**

Pada metode ini aliran kas/ nilai sekarang di konversi ke suatu nilai pada suatu titik di masa mendatang (future worth) dengan tingkat bunga. Nilai mendatang (F) ini bisa diperoleh dengan berbagai cara antara lain:

1. Dengan mengkonversi langsung semua aliran kas ke nilai F.

$$F(i) = A_t (F/P, i\%, N) \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

P = Nilai sekarang

F(i) = Nilai mendatang

A<sub>t</sub> = Nilai pada kas pada priode ke-t

2. Dengan mengkonversikan lewat nilai sekarang (P) dari semua aliran kas selama N priode tertentu.

$$F(i) = P(i) (F/P, i\%, N) \dots\dots\dots(2.9)$$

3. Dengan mengkonversi lewat nilai seragam seluruh aliran kas selama N priode.

$$F(i) = A(i) (F/A, i\%, N) \dots\dots\dots(2.10)$$



## 2.10. Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu buah variabel bebas terhadap satu variable terikat. Bentuk umum dari persamaan regresi linier untuk suatu populasi adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bx \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan

Y = Nilai yang di proyeksikan

X= Variable bebas

a = Parameter intercept

b = parameter koefisien regresi variable bebas

Dengan Y adalah variable terikat dan X adalah variable bebas. Koefisien a adalah konstanta (intercept) yang merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat kartesius. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan contoh diatas adalah sebagai berikut:

1. Tentukan Y dan X
2. Hitunglah nilai a dan b

Untuk mendapatkan nilai a dan nilai b dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$a = \frac{\Sigma y}{n} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Setelah a dan b sudah ditentukan, masukkanlah nilai tersebut ke rumus persamaan (2.11) kemudian masukkan nilai x, nilai x merupakan nilai tahun yang diramalkan.

## 2.11. Metode Profitabilitas Investasi

Suatu perusahaan dalam melaksanakan kegiatannya pada umumnya mempunyai tujuan pokok yaitu memperoleh laba tersebut, tetapi tidak mutlak bahwa dengan diperolehnya laba tersebut maka perusahaan telah menggunakan dana atau modal secara efektif dan efisien.

Profitabilitas merupakan suatu ukuran keberhasilan dari perusahaan dalam mengelola dan memanfaatkan modalnya secara efektif dan efisien atau dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana perusahaan mengendalikan perusahaan secara efisien untuk menghasilkan laba (Munawir, 2004).

Dalam menilai profitabilitas suatu investasi dapat digunakan beberapa metode di antaranya adalah:

1. *Payback Period* (PP)

Menurut Sjahrial (2010), metode *Payback Period* merupakan metode penilaian investasi yang menunjukkan berapa lama investasi dapat tertutup kembali dari aliran kas bersihnya. Selanjutnya Menurut Martono dan Harjito (2010), metode *Payback Period* merupakan suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran suatu investasi dengan menggunakan aliran kas masuk netto (*proceeds*) yang diperoleh. Rumus yang digunakan apabila jumlah aliran kas setiap periode tidak sama yaitu:

$$\text{Payback Period} = t + \frac{b - c}{d - c} \times 12 \text{ bulan} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

t = Tahun terakhir dimana jumlah *cash inflow* sebelum menutup *initial investment*

b = *Initial investment*

c = Kumulatif *cash inflow* pada tahun t

d = Kumulatif cash flow pada tahun t + 1

2. *Net Present Value* (NVP)

*Net Present Value* adalah suatu perhitungan yang didasarkan atas selisih atas perhitungan PV (*present value*) penerimaan dengan present value pengeluaran. Bilamana NPV ini positif maka proyek (investasi) yang diharapkan ini akan menguntungkan, akan tetapi bilamana NPV tersebut negatif maka proyek (investasi) ini tidak dapat diharapkan. Dalam menghitung PV atau NPV ini ada dua hal yang harus diperhatikan yaitu:

- a. menaksir arus kas yang mendekati suatu akurasi yang benar.

- b. menentukan tingkat bunga yang relevan. Menurut Sjahrial (2009), NPV adalah selisih antara nilai sekarang aliran kas masuk bersih dengan nilai sekarang investasi.

Adapun rumus dari metode (Net Present Value) NPV adalah sebagai berikut:

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+k)} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} - I \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

CF = Arus kas bersih (*cash flow*)

I = Besarnya investasi

N = Umur proyek

k = Tingkat bunga

Penilaian proyek investasi berdasarkan NPV:

NPV > 0, Proyek investasi layak.

NPV < 0, Proyek investasi tidak layak.

## 2.12. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan efisiensi container crane adalah sebagai berikut:

1. Muhammad Saifi (2017) dengan judul “ Analisis Kelayakan Investasi Atas Rencana Penambahan Aktiva Tetap (Studi kasus PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Cabang Tanjung Perak Terminal Nilam)”. Dari penelitian yang dilakukan di dapatkan hasil:
  - a. Investasi yang akan dilakukan yaitu berupa 1 unit container crane, dengan nilai initial investment Rp 90.000.000.000. Sumber dana yang digunakan berasal dari 2 sumber dana yaitu dengan proporsi 10% modal sendiri dan 90% pinjaman bank. Bunga yang diberikan sebesar 9% per tahun dari total pinjaman bank untuk jangka waktu 8 tahun.
  - b. Berdasarkan kriteria penilaian kelayakan investasi dengan menggunakan teknik capital budgeting, investasi aktiva tetap yang akan dilakukan dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

- 1) *Average Rate of Return (ARR)* Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh ARR sebesar 160% yang berarti lebih besar dari biaya modal atau cost of capital (CoC) yang sebesar 9,756%. Hal ini menunjukkan bahwa investasi tersebut layak untuk dilaksanakan karena telah memenuhi syarat ARR.
  - 2) *Payback Period (PP)*

Diketahui bahwa *payback period* selama 1 tahun 4 bulan 28 hari yang berarti lebih cepat dibanding dengan umur ekonomis container crane yaitu selama 20 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa usulan investasi dikatakan layak untuk dilaksanakan.
  - 3) *Net Present Value (NPV)*

Diperoleh NPV sebesar 582.120.480.393 yang berarti bernilai positif atau lebih besar dari 0. Hal ini menunjukkan bahwa investasi tersebut layak untuk dilakukan.
  - 4) *Profitability Index (PI)*

Diperoleh diperoleh nilai PI sebesar 7,47 yang berarti lebih besar sama dengan 1 dan menunjukkan bahwa investasi layak untuk dilaksanakan.
  - 5) *Internal Rate of Return (IRR)*

Diperoleh IRR sebesar 80,012%, nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan cost of capital. Hal ini menunjukkan bahwa investasi tersebut layak untuk dilakukan.
2. Frins Asripul Sinarmata (2015) dengan judul “Studi Kelayakan Investasi Pengadaan Peralatan Bongkar PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero) di Makassar”. Di peroleh hasil penelitian:
- a. Dari aspek pasar atau pemasaran, penambahan *Forklift* 32 Ton sangat dibutuhkan dan potensial untuk meningkatkan pelayanan bongkar muat karena meningkatnya jumlah box bongkar muat pada pelayanan Terminal Petikemas Makassar (TPM) setiap tahunnya. Di lihat dari segi permintaan pasar, terdapat potensi pangsa pasar penggunaan jasa bongkar muat yang positif yang disebabkan bahwa TPM sebagai pintu gerbang dari pertukaran barang dan jasa angkutan laut untuk wilayah timur Indonesia.

- b. Dari aspek operasional, penambahan Forklift 32 Ton sangat dibutuhkan karena dengan adanya tambahan peralatan tersebut dapat mempersingkat dan mempercepat waktu pelayanan *receiving-delivery* petikemas. Penambahan peralatan tersebut sangatlah efektif dan efisien karena peralatan tersebut dapat mengangkat beban lebih besar dari 20 ton dan lebih baik manufer/pergerakannya di dalam area yang lebih sempit dibandingkan peralatan sejenisnya.
- c. Dari aspek keuangan dapat disimpulkan sebagai berikut :
- 1) *Payback Period* investasi Forklift 32 ton selama 7 tahun 2 bulan, dikatakan menguntungkan dan layak karena *payback period* nya lebih pendek dan lebih cepat proses pengembalian investasinya dibandingkan dengan masa ekonomis proyek investasi.
  - 2) *Net Present Value* negatif yang lebih kecil daripada nol yaitu sebesar (Rp 507.527.018) menunjukkan bahwa investasi peralatan Forklift 32 Ton tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.
  - 3) *Internal Rate of Return* sebesar 10% lebih kecil daripada biaya modal yang dipandang layak oleh pemilik modal sebesar 12%. Hal ini menunjukkan bahwa rencana investasi tersebut dinilai tidak menguntungkan dan investasi tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.
  - 4) *Profitability Index* sebesar 0,90 lebih kecil daripada 1, menunjukkan bahwa usulan investasi peralatan Forklift 32 Ton tersebut tidak dapat diterima.
  - 5) Hasil analisis sensitivitas, menunjukkan bahwa hasil skenario yaitu optimis, moderat dan pesimis menunjukkan bahwa hanya dalam skenario optimis yang menjelaskan investasi *forklift* 32 ton dikatakan layak untuk dilaksanakan sedangkan untuk skenario moderat dan pesimis bahwa hanya *payback period* yang menunjukkan bahwa investasi layak untuk dilaksanakan.
3. Berlian Adhiguna, Yandri, (2017) dengan judul “Analisis Tekno Ekonomi Perbandingan *Quay Container Crane* (QCC) No.03 dengan Sumber Energi dari Genset dan No.04 dengan Sumber Energi Listrik PLN”. Hasil yang diperoleh:

- a. Energi yang dibutuhkan untuk melakukan siklus kerja masing-masing alat sama karena spesifikasinya sama. Namun biaya yang dibutuhkan per siklus kerja pada QCC No.03 lebih besar daripada QCC No.04 karena membutuhkan bahan bakar minyak solar untuk genset.
- b. Dilihat dari biaya operasional dan biaya maintenance kedua alat dapat dipastikan penggunaan QCC No.04 jauh lebih menguntungkan karena nilainya lebih rendah dari QCC No.03. Hasil perhitungan NPV menunjukkan keduanya layak untuk investasi karena bernilai positif namun QCC No. 04 lebih layak karena nilai NPV lebih besar.