

ANALISIS BIAYA PERAWATAN GANTRY CRANE DI TERMINAL PETI KEMAS MAKASSAR

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna meraih gelar Sarjana Teknik Perkapalan
pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



**DISUSUN OLEH
ANUGERAH I. PASU**

D311 14 001

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2019





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
Jalan Poros Malino KM 6 Gowa, 92171 Sulawesi Selatan
<http://eng.unhas.ac.id/perkapalan>, Email: kapal9uh@unhas.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL SKRIPSI

**“ANALISIS BIAYA PERAWATAN GANTRY CRANE DI TERMINAL
PETI KEMAS MAKASSAR”.**

Disusun oleh :

ANUGERAH I. PASU

D311 14 001

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing Pada;

Tanggal : Januari 2018

Di : Gowa

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Wihdat Djafar. ST, MT., MlogSupChMgmt
NIP. 19739828 200012 2 001

Wahyuddin, ST, MT
NIP. 19720205 199903 1 002

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Perkapalan,

DR.ENG. SUANDAR BASO, ST, MT.

NIP. 197302062000121002



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, yang telah melimpahkan berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisi Biaya Perawatan Gantry Crane di Terminal Peti Kemas Makassar”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada program S1 Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin , demi meraih gelar Sarjana Teknik (ST).

Terima kasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada Ayahanda tercinta **IPDA (Purn) Isak Pasu dan ibunda tercinta Dina, S.Pd**, yang telah begitu banyak berkorkorban dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas doa dan dukungan selama ini yang tak henti-hentinya diberikan kepada penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menjadi pribadi yang baik.

Terima kasih juga kepada saudara-saudara penulis, **kakak Feres, Kakak Wanti, Kakak Silfa dan kakak Indra** yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan studi penulis. Terima kasih atas perhatian dan kasih sayangnya selama ini. Untuk keponakanku **Ray dan adik Bry**, semoga dapat bertumbuh menjadi pribadi yang baik, mencapai cita-cita yang diinginkan, dan dapat membanggakan orang tua, kakek, nenek dan keluarga.

Selama menempuh pendidikan di Jurusan Perkapalan, penulis menyadari banyak pihak yang membantu baik berupa moral maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :



Ibu Wihdat Djafar, ST.,MT., MlogSupChMgmt dan Bapak Wahyuddin,. ST.,MT selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II

yang tak pernah lelah untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

2. Ibu Dr.A.St.Chaerunnisa M, ST.,MT., Ibu Dr.Ir.Hj.Misliah Idrus, M.STr., dan Bapak Abdul Haris Djalante, ST., Mt., selaku tim penguji yang senantiasa memberikan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
3. Bapak Abdul Haris Djalante, ST., MT., selaku Penasehat Akademik penulis yang sangat membantu terkait konsultasi akademik selama proses perkuliahan.
4. Bapak Dr.Eng.Suandar Baso, ST.,Mt., selaku Ketua Departemen Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas ilmu dan wawasan yang diberikan kepada penulis.
6. Seluruh staf Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis.
7. Pihak Terminal Peti Kemas Makassar yang telah memberikan bantuan dalam pengumpulan data dan telah meluangkan waktu kepada penulias selama melakukan penelitian.
8. Kepada Saudara-saudaraku Bagus, Rendi, Wempi, Gabriel dan Willy yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam perkuliahan dan pelayanan di KMKO Teknik Unhas.
9. Kepada seluruh Anggota KMKO 2014 yang selama ini banyak mengajarkan arti pelayanan, dan kebersamaan dalam melayani Tuhan.
10. Kepada Devisi Doppel KMKO 2014 terlebih khusus Sie Ibadah, yang selama ini bekerja bersama-sama melayani Tuhan.
11. Kepada Kanda Ibe selaku Kakak PA yang selalu memotivasi dan mendukung dalam doa.
2. Kepada sahabat KKNers Pacalla Squad Sahar Palopo, Suratman, Yuyu Toraja, Titah Mamasa, Ummi Ulfi Pinrang, Arin Bone-bone,



Reski Toraja, Pita dan Debud, yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

13. Kepada Putri Febiola yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis baik dalam suka dan duka.
14. Kepada kerabat dekat penulis Ade Sumbawa, Ana Maros, Jasnidar Bone, Ima Malangke, Ifan Bone dan Udin Enrekang. Terima kasih telah menjadi sahabat bagi penulis yang selalu memberikan dukungan dan menjadi teman seperjuangan semasa kuliah dan seterusnya.
15. Keluarga Besar Labo Transportasi Laut Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
16. Kepada keluarga besar Teknik Perkapalan angkatan 2014 yang selalu bersama berjuang untuk penyelesaian studi.
17. Seluruh pihan dan rekan-rekan yang tidak sempat penulis sebutkan yang telah memberikan sumbangsi kepada penulis selama proses penyelesaian studi.

Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan bagi penulis dan bagi pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Amin

Tuhan Yesus Memberkati.

Gowa, Januari 2019

Anugerah I. Pasu



ABSTRAK

Pasu I. Anugerah.2018. Analisis Biaya Perawatan Gantry Crane di Terminal Peti Kemas Makassar. Skripsi, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. (Wihdat Djafar, Wahyuddin).

Sebagai salah satu pusat kegiatan transportasi dan perdagangan di Kawasan Indonesia Timur, Terminal Peti Kemas Makassar memiliki kegiatan yang sangat padat. Proses bongkar muat peti kemas pada pelabuhan ini menggunakan berbagai alat bongkar muat, diantaranya *gantry crane* yang digunakan untuk memindahkan peti kemas dari kapal ke dermaga dan sebaliknya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan biaya perawatan alat bongkar muat *gantry crane* pada Terminal Peti Kemas Makassar. Analisis data pada penelitian kali ini menggunakan metode *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy*, yang memperhatikan jumlah *breakdown* yang terjadi pada alat bongkar muat *gantry crane* selama periode Januari 2017 sampai dengan Desember 2017 serta biaya *sparepart* yang mengalami kerusakan. Dari hasil analisis didapatkan biaya perawatan untuk klasifikasi A seharga Rp6.263.767, klasifikasi B seharga Rp11.828.297 dan klasifikasi C seharga Rp23.470.093.

Kata kunci : *Breakdown, repair maintenance policy, preventive maintenance policy*



ABSTRACT

Pasu I. Anugerah. 2018. Analysis of Gantry Crane Maintenance Costs at Makassar Container Terminals. Thesis, Department of Shipping Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. (Wihdat Djafar, Wahyuddin).

As one of the centers of transportation and trade activities in the Eastern Indonesia Region, Makassar Container Terminal has very dense activities. The container loading and unloading process at this port uses various loading and unloading equipment, including gantry cranes which are used to move containers from ship to dock and vice versa. This study aims to determine the maintenance costs of gantry crane loading and unloading equipment at the Makassar Container Terminal. Data analysis in this study uses maintenance policy repair and preventive maintenance policy methods, which pay attention to the amount of breakdown that occurs in gantry crane loading and unloading equipment during the period of January 2017 to December 2017 and damaged spare parts costs. From the analysis results, the maintenance costs for classification A cost Rp6,663,767, classification B costs Rp11,828,297 and classification C costs Rp23,470,093.

Keywords: *Breakdown, maintenance policy repair, preventive maintenance policy*



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	
5	
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II. LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Terminal Peti Kemas Makassar	6
2.2 Peti Kemas	12
2.3 Pemeliharaan.....	16
2.4 Biaya	25
<i>Repair Maintenance Policy dan Preventive Maintenance Policy.....</i>	<i>26</i>
METODE PENELITIAN.....	29
Lokasi dan Waktu Penelitian	29



3.2	Jenis Data	29
3.3	Metodei Pengumpulan Data.....	29
3.4	Metode dan Analisa Data.....	30
3.5	Kerangka Alur Penelitian	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Gambaran Umum.....	33
4.2	Data <i>Maintenance</i>	38
4.3	Perhitungan Distribusi Frekuensi <i>Breakdown</i>	40
4.4	Perhitungan Biaya Perbaikan.....	42
4.5	Biaya Kebijakan <i>Repair</i> yang Diperkirakan	43
4.6	Perhitungan Biaya Perawatan	45
4.7	Biaya Perawatan yang Diperkirakan.....	46
BAB V. PENUTUP.....		55
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Multipurpose Gantry Crane</i>	8
Gambar 2.2. <i>Reach Stacker</i>	9
Gambar 2.3. <i>Rubber Tyred Gantry</i>	10
Gambar 2.4. <i>Forklift</i>	12
Gambar 2.5. Kegiatan Bongkar Muat	16
Gambar 4.1. Terminal Peti Kemas Makassar	37
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dan <i>repair policy</i> pada klasifikasi A	49
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dan <i>repair policy</i> pada klasifikasi B	51
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan biaya <i>preventive maintenance</i> dan <i>repair policy</i> pada klasifikasi C	52



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Input, proses dan output	31
Tabel 4.1. Data <i>breakdown</i> mesin.....	38
Tabel 4.2. Data klasifikasi <i>breakdown</i> mesin	39
Tabel 4.3. Distribusi frekuensi <i>breakdown</i> klasifikasi A.....	40
Tabel 4.4. Distribusi frekuensi <i>breakdown</i> klasifikasi B	40
Tabel 4.5. Distribusi frekuensi <i>breakdown</i> klasifikasi C	41
Tabel 4.6. Biaya <i>repair policy</i> untuk berbagai klasifikasi kerusakan	45
Tabel 4.7. Biaya <i>preventive maintenance policy</i> untuk klasifikasi A.....	49
Tabel 4.8. Biaya <i>preventive maintenance policy</i> untuk klasifikasi B	50
Tabel 4.9. Biaya <i>preventive maintenance policy</i> untuk klasifikasi C	52



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pelabuhan akan sangat ditentukan oleh perkembangan aktivitas perdagangan. Perkembangan perdagangan juga mempengaruhi jenis dan lalu lintas kapal yang datang di pelabuhan tersebut. Oleh karena itu, setiap negara berusaha membangun dan mengembangkan pelabuhan sesuai dengan tingkat keramaian dan volume muatan yang ditangani oleh pelabuhan tersebut. Dengan demikian perkembangan pelabuhan selalu seiring dengan perkembangan ekonomi negara.

Perkembangan pelabuhan saat ini mengalami trend perubahan secara signifikan dari kegiatan kontainerisasi, Hal ini terlihat dengan berkembangnya perdagangan internasional dengan moda transportasi laut dengan menggunakan petikemas. Disamping itu, evolusi konstruksi dan teknologi kapal mendukung adanya orientasi kegiatan konvensional menjadi kegiatan kontainerisasi.

Pengelolaan di pelabuhan dalam hal penyediaan fasilitas dan peralatan yang tepat, harus dapat mendukung kegiatan bongkar muat. Disamping itu sumber daya manusia yang tepat, sistem informasi dan administrasi yang baik, serta sarana pelabuhan yang memadai, merupakan pilihan penting dalam pengelolaan pelabuhan sehingga tercipta produktivitas bongkar muat yang tinggi.

Salah satu Terminal peti kemas terbesar di Indonesia adalah Terminal Peti

Makassar. Terminal Peti kemas Makassar atau dikenal dengan sebutan

adalah salah satu segmen usaha yang disediakan PT. Pelabuhan Indonesia



IV (Persero) kepada pengguna jasa kepelabuhanan khususnya jasa pelayanan petikemas. Sejak awal dirikan TPM dideklarasikan di dalam upaya menangani kegiatan pelayanan petikemas seiring dengan meningkatnya perkembangan kontenerisasi melalui Pelabuhan Makassar saat ini maupun yang akan datang.

Pelayanan yang diberikan oleh TPM berorientasi kepada efisiensi biaya dan efektif waktu serta kepuasan pelanggan yang terjabarkan dalam Visi dan Misi Perusahaan didalam menghadapi persaingan global. Upaya dalam memuaskan pelanggan, TPM selalu meningkatkan mutu pelayanan melalui kebijakan mutu yang diterapkan yaitu “Pelayanan yang cepat waktu, Aman dan Dapat dipercaya”, serta menerapkan system pelayanan berstandar Internasional.

Jumlah produksi kegiatan bongkar muat di TPM mencapai 779.275 teus/tahun. Kelancaran kegiatan bongkar muat tersebut diharapkan terus berlangsung dengan ditunjang oleh ketersediaan fasilitas dan peralatan yang dimiliki.

Pada saat ini, fasilitas yang tersedia di TPM, antara lain, *gantry crane* 7 unit, *rubber tyred gantry crane* 18 unit, *reach stacker* 2 unit, *side loader* 1 unit, *head truck* 34 unit, *chasis* 24 unit, *forklift batteray* kapasitas 2 ton 5 unit, *forklift* kapasitas 7 ton 1 unit dan *forklift* kapasitas 32 ton 1 unit. Diantara peralatan tersebut, *gantry crane* merupakan peralatan utama yang digunakan dalam proses bongkar muat peti kemas dari kapal ke lapangan penumpukan dan sebaliknya.

Operasional *gantry crane* sangat mempengaruhi waktu kapal di dermaga pencarian proses aliran peti kemas di pelabuhan.



Untuk menjamin kelancaran kegiatan bongkar muat di TPM, maka dibutuhkan kinerja operasional peralatan bongkar muat tetap terjaga dengan baik. Oleh karena itu, perawatan peralatan bongkar muat perlu dilakukan secara kontinyu. Secara khusus, pemeliharaan/perawatan peralatan menurut Daryus (2008) bertujuan untuk memperpanjang kegunaan asset, menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin, menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu dan menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Berdasarkan latar belakang pemikiran diatas maka penulis tertarik untuk meneliti dan menganalisis dalam bentuk skripsi dengan judul :

**“ANALISIS BIAYA PERAWATAN GANTRY CRANE DI TERMINAL
PETIKEMAS MAKASSAR”**

1.2 Rumusan Masalah

1. Komponen apa saja pada peralatan bongkar muat yang memerlukan perawatan ?
2. Berapakah jumlah dan jenis perawatan peralatan bongkar muat yang dibutuhkan ?
3. Berapa biaya yang diperlukan untuk melakukan perawatan peralatan bongkar muat ?



1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang terkait dengan peralatan bongkar muat, maka pembahasan penelitian dibatasi pada:

1. Perhitungan ini di khususkan untuk menghitung biaya perawatan peralatan bongkar muat di Terminal Peti Kemas Makassar.
2. Adapun peralatan yang dijadikan objek penelitian adalah :
 - 1 unit *Gantry Crane*

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen peralatan bongkar muat yang memerlukan perawatan
2. Menentukan jumlah dan jenis perawatan peralatan bongkar muat yang dibutuhkan
3. Menentukan biaya perawatan peralatan bongkar muat di terminal peti kemas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai masukan bagi pelaksana operator pelabuhan dalam merencanakan biaya perawatan.

1.6 Sistematika Penulisan

nguraikan tentang pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, san, dan kesimpulan .



BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang berkaitan dengan proses penyelesaian masalah penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang sumber dan jenis data, waktu dan lokasi penelitian metode pengumpulan data serta cara analisa data.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi tentang penyajian data analisa kinerja bongkar muat pelabuhan.

BAB V KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran penulisan sebagai solusi akhir dari permasalahan yang di analisa.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Terminal Peti Kemas Makassar

2.1.1 Pengertian Terminal Peti Kemas

Terminal peti kemas adalah terminal di mana dilakukan pengumpulan peti kemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun terminal peti kemas (*Unit Terminal Container* disingkat secara umum "UTC") yang lebih besar lagi.

Terminal peti kemas (UTC) pertama di Indonesia terletak di Pelabuhan III Timur Tanjung Priok, Jakarta. Peresmian pengoperasiannya pada tanggal 20 Mei 1981. Terminal petikemas terdiri dari :

1. Dermaga untuk sandar.
2. Lapangan penumpukan
3. Alat Bongkat Muat

2.1.2 Fasilitas Terminal Peti Kemas

Suatu pelabuhan container sudah sepatutnya mempunyai suatu system pelayanan operasi, dimana faktor area dan peralatan sangat mementukan. Ini semua untuk menunjang kecepatan yang diharapkan oleh pengguna jasa maupun perdagangan.

Untuk beroperasi terminal peti kemas memerlukan izin operasi Direktorat Perhubungan Laut dan tarifnya ditentukan oleh Menteri Perhubungan.



Untuk beroperasi terminal peti kemas memerlukan fasilitas yang mendukung kegiatan bongkar muat, antara lain:

1. Dermaga

Dermaga peti kemas yaitu tambatan yang digunakan untuk bersandar kapal peti kemas.

2. Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan adalah suatu area pada terminal peti kemas yang digunakan untuk menampung kegiatan handling peti kemas yang terdiri dari *import stacking yard* dan *eksport stacking yard*.

3. *Container yard*

Container yard adalah area yang dipakai untuk menyerahkan dan menerima peti kemas (*receiving/delivery*) untuk menumpuk container eksport dan import serta container kosong dan juga untuk menampung alat-alat bongkar muat peti kemas yang sedang *stand by*.

4. Gudang *CFS* atau Konsolidasi(*Container Freight Station*)

Gudang *CFS* atau Konsolidasi(*Container Freight Station*) yaitu tempat untuk menyimpan atau menimbun barang baik import dan eksport dari hasil pengeluaran peti kemas.

5. *Maintenance Repair Shop*

Maintenance Repair Shop yaitu tempat didalam terminal peti kemas yang digunakan untuk perawatan, pemeliharaan dan perbaikan peralatan bongkar muat



6. *Control Container*

Control container adalah tempat yang digunakan untuk memantau segala gerakan peti kemas saat masuk sampai keluar.

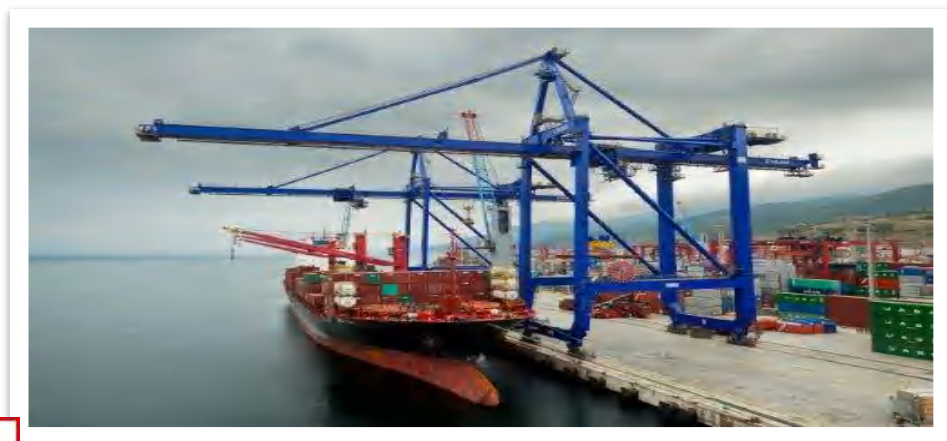
7. Depo Peti Kemas

Depo peti kemas adalah tempat menampung peti kemas kosong, depo peti kemas ini biasa didalam terminal peti kemas maupun diluar terminal peti kemas.

8. *Multipurpose Gantry Crane*

Gantry crane adalah derek yang dibangun di atas gantry, yang merupakan struktur yang digunakan untuk mengangkat kontainer dari kapal ke pelabuhan begitupun sebaliknya.

Derek *Gantry* mempunyai pengaruh yang sangat besar di pelabuhan petikemas. *Gantry Crane* dapat diartikan juga sebagai portal tinggi berkaki tegak yang mengangkat benda dengan hoist yang dipasang di sebuah *trolley hoist* dan dapat bergerak secara horizontal pada rel atau sepasang rel yang dipasang di bawah balok atau rantai kerja.



Gambar 2.1. *Multipurpose Gantry Crane*



9. *Reach Stacker*

Reach Stacker adalah kendaraan yang digunakan untuk menangani kontainer kargo intermodal di terminal kecil ataupun pelabuhan berukuran sedang. Alat *Reach stacker* mampu mengangkat kontainer jarak pendek dengan sangat cepat dan menumpuknya dalam berbagai baris, tergantung pada aksesnya.



Gambar 2.2. *Reach Stacker*

10. *Rubber Tyred Gantry (RTG)*

RTG crane atau *Rubber Tyred Gantry* adalah *mobile gantry crane* yang digunakan dalam operasi intermodal ke *ground* atau *stack containers*. Angkutan sistem *inbound crane* disimpan untuk diangkut oleh *pickup* atau *truck drayage*, sedangkan sistem *outbound* disimpan untuk dimuat ke atas kapal.

RTGC biasanya mampu bergerak beberapa jalur, dengan satu jalur yang disediakan untuk transfer kontainer.





Gambar 2.3. Rubber Tyred Gantry

11. Forklift

Forklift adalah mobil berjalan atau kendaraan yang memiliki 2 garpu yang bisa digunakan untuk mengangkat pallet. Garpu *forklift* pada umumnya kompatibel dengan pallet yang beredar di pasaran. Biasanya barang diletakkan di atas pallet, baru kemudian barang dipindahkan atau diangkat. Ada beberapa sumber energi yang bisa membuat *forklift* beroperasi, di antaranya bahan bakar solar, bahan bakar gasoline, gas, dan *battery*. Biasanya *forklift* digunakan di pabrik, garment, ataupun pergudangan.

Forklift dengan bahan bakar solar dan gasoline biasanya digunakan di luar ruangan. Sedangkan *forklift* yang menggunakan gas dan *battery* banyak digunakan di dalam ruangan. Hal ini karena *forklift* yang menggunakan gas dan *battery* tidak menghasilkan asap polusi. Hal ini sangat penting untuk beberapa perusahaan seperti, industri garmen, makanan, minuman, dan perusahaan lainnya

perusahaan harus memastikan kondisi bebas polusi/asap.



Berdasarkan cara pengoperasiannya, *forklift* dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *manual transmission* dan *automatic transmission*. Sebelum menggunakan *forklift* sebaiknya anda menggunakan pengaman seperti helm, sepatu, masker, dan kaca mata agar dapat memenuhi standarisasi mengemudikan *forklift* yg aman, baik, dan benar.

Perlu diketahui *forklift* memiliki beberapa bagian penting. Berikut ini bagian-bagian penting *forklift* yang pada umumnya kita pergunakan :

- a) Harus memiliki satu pasang garpu kurang lebih 3 meter, yang berfungsi untuk mengangkat/menurunkan atau memindahkan pallet berisi barang
- b) *Forklift* harus memiliki *mast*. *Mast* adalah besi yang tebal yang berhubungan dengan sistem hidrolik dan berfungsi untuk *tilting* dan *lifting*. *Forklift* harus memiliki *Overhead Guard* yang berguna untuk melindungi sopir *forklift* dari kecelakaan saat mengangkat atau menurunkan barang. *Overhead guard* juga melindungi sopir dari benda yang jatuh dari atas, dari panas, dan juga dari hujan. *Forklift* harus memiliki *counterweight*. *Counterweight* berfungsi sebagai penyeimbang badan.





Gambar 2.4. *Forklift*

2.2 Peti Kemas

2.2.1 Pengertian Peti Kemas

Peti Kemas adalah suatu kotak, persegi yang terbuat dari logam yang mempunyai pintu atau lubang untuk memasukan suatu muatan atau barang agar aman dan terhindar dari pengaruh cuaca yang di lengkapi dengan alat-alat untuk membuka dari mengunci.

Peti Kemas merupakan peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai standar internasional. Sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa di gunakan berbagai moda mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal peti kemas. Biasanya ke gudang pemilik barang (*exporter* dan *impoter*). Pergerakan peti kemas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Tanpa adanya pembatasan tutorial/wilayah. Pengangkutan dengan

akan peti kemas, membuat muatan (*cargo*) di dalamnya jenis angkutan ke jenis angkutan lain. Oleh karena itu peti kemas harus dalam kondisi



baik dan mampu menahan getaran pada waktu dalam pengangkutan di jalan raya, truk *trailer*. Macam-macam *container* berdasarkan muatannya.

1. *Dry Container*

Container yang digunakan untuk mengangkut semua jenis muatan umum (cargo kering).

2. *Open Top Container*

Container digunakan terhadap semua jenis kargo umum (kargo kering), khususnya digunakan untuk muatan dengan kriteria sebagai berikut:

- a) Muatan Berat
- b) Muatan tinggi
- c) Muatan yang proses pemuatannya tidak dapat dilakukan secara normal (*loading* dari atas).

3. *Flatrack Container*

Flatracks digunakan khususnya untuk mengangkut muatan berat (alat berat *heavy lift* dan kargo *overheight* atau *overwidth*).

4. *Refrigerated Container*

Reefer Container digunakan untuk mengangkut muatan yang memerlukan penanganan suhu tertentu / di atas atau di bawah titik beku. Barang-barang dibagi menjadi barang dingin dan barang beku, tergantung pada suhu yang diinginkan. Umumnya meliputi produk buah-buahan, sayuran, daging dan susu, seperti mentega dan keju.



5. *Hanger Tainer*

Digunakan untuk muatan pakaian yang cara penyimpanannya dengan cara digantung.

6. *Fantainer*

Kontainer berventilasi digunakan terutama untuk mengangkut muatan yang memerlukan sirkulasi udara yang cukup. Salah satu yang paling signifikan dari komoditas tersebut adalah biji kopi.

7. *Bulk Container*

Bulk Container digunakan terutama untuk mengangkut muatan dalam bentuk curah, seperti butiran, bahan pakan, rempah-rempah.

8. *Open Side Container*

Jenis container yang didesignt untuk dapat melakukan pemuatan muatan dari sisi samping.

9. *Platforms*

Jenis *container* yang dipergunakan untuk muatan dengan ukuran lebih besar dan beratnya melebihi standar muatan pada umumnya.

Peti kemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Organization for Standardization(ISO)* sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan diberbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal petikemas laut.

Berat maksimum peti kemas muatan kering 20 kaki adalah 24.000 kg, dan

kaki (termasuk *high cube container*), adalah 30.480 kg. Sehingga berat



muatan bersih/payload yang bisa diangkut adalah 21.800 kg untuk 20 kaki, 26.680 kg untuk 40 kaki.

2.2.2 Sistem Pemuatan Peti Kemas

System pemuatan peti kemas barang ke dalam peti kemas terbagi 2 macam:

1. *Full Container Load (FCL)*

Full Container Load adalah suatu system yang lazim digunakan dalam pemuatan peti kemas yang menyatakan bahwa muatan sepenuhnya dimuat di peti kemas. Artinya dalam suatu peti kemas berisi muatan penuh yang dimiliki oleh satu pemilik dimana barang-barang dimasukkan ke dalam peti kemas oleh pemilik barang sebagai pengirim digudang sendiri dan dibongkar oleh penerima barang di gudang sendiri. Jadi dalam hal ini tidak menggunakan sarana CFS dan system ini disebut *door to door service*.

2. *Less Container Load(LCL)*

Less Container Load(LCL) adalah sistem yang digunakan dalam pemuatan peti kemas yang menyatakan bahwa tidak sepenuhnya dimuat secara peti kemas. Artinya dalam suatu peti kemas berisi macam-macam barang dengan pemilik barang yang berlainan dan barang-barang yang akan dimasukkan/dikeluarkan ke dalam peti kemas melalui CFS.

2.2.3 Kegiatan Bongkar Muat Peti Kemas

1. *Stevedoring*

Stevedoring adalah kegiatan pembongkaran barang dari dan ke kapal dengan menggunakan peralatan mekanis, non mekanis dan moda transportasi yang ada di sekitarnya.

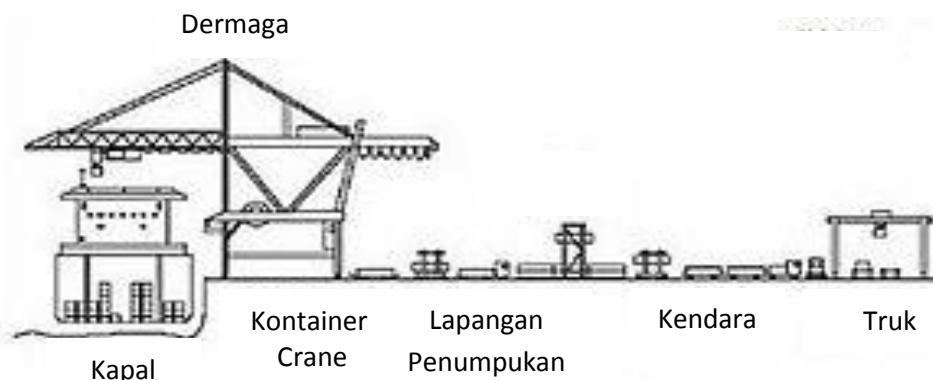


2. *Cargodoring*

Cargodoring adalah kegiatan meng-eluarkan muatan/barang dari dermaga dan mengangkut dari dermaga ke lapangan penumpukan barang di gudang/lapangan penumpukan dan sebaliknya.

3. *Receiving/Delivery*

Receiving/Delivery merupakan kegiatan penerimaan dan penyerahan barang dari gudang/lapangan penumpukan barang di daerah lini 1 dan menyusun ke atas kendaraan truk di pintu gudang/lapangan penumpukan barang lini 1 atau sebaliknya untuk seterusnya disampaikan kepada *shipper*.



Gambar 2.5. Kegiatan Bongkar/Muat

2.3 Pemeliharaan

2.3.1 Pengertian dan Arti Pentingnya Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan atau pabrik, sama pentingnya dengan aktivitas lainnya seperti pengadaan dan

pasokan bahan baku yang semuanya itu ditujukan untuk menjamin agar mesin-produksi dapat beroperasi dengan baik. Kebutuhan akan produktivitas yang



lebih tinggi menuntut peranan yang lebih besar dari fungsi pemeliharaan sehingga mesin-mesin dapat digunakan secara optimal tanpa adanya masalah dalam pengoperasiannya. Pengertian tentang kegiatan pemeliharaan juga dirumuskan oleh para ahli ekonomi dan tergantung dari sudut pandang masing-masing namun pada dasarnya maksud dan tujuannya sama. Menurut Sofyan Assauri (2004), pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian dan penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu kegiatan operasi produksi dan memuaskan sesuai dengan yang telah direncanakan. Sedangkan menurut Manahan (2004), pemeliharaan adalah semua aktivitas termasuk menjaga sistem peralatan dan mesin selalu dapat melaksanakan pesanan pekerjaan.

Fungsi pemeliharaan dalam sebuah perusahaan sangat penting karena merupakan suatu peranan pembantu agar alat-alat perlengkapan dapat bekerja secara efektif. Pemeliharaan tidak saja berfungsi untuk menjamin kelancaran kegiatan produksi, akan tetapi juga untuk menjamin agar mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan dan demikian pula dengan jumlah kuantitas barang yang dihasilkan.

2.3.2 Tujuan Kegiatan Pemeliharaan

Menurut Yamit (2005) tujuan utama dari kegiatan pemeliharaan adalah sebagai berikut :

1. Memungkinkan tercapainya kualitas produk melalui pengoperasian peralatan

...ra tepat.

...maksimumkan umur ekonomis peralatan.



3. Meminimumkan frekuensi kerusakan atau gangguan terhadap proses operasi.
4. Memaksimumkan kapasiti produksi peralatan yang ada.
5. Menjaga keamanan peralatan.

Sedangkan menurut Assauri (2004) tujuan utama dari pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaain dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama

sahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik
gkin dengan total biaya yang terendah.



Berdasarkan beberapa tujuan diatas dapat disimpulkan bahwa tujuan kegiatan pemeliharaan adalah untuk menjamin kelancaran penggunaan alat-alat yang dioperasikan karena dengan adanya pemeliharaan yang efektif dan efisien maka alat-alat dapat beroperasi secara maksimal.

Adapun manfaat pemeliharaan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Peralatan / mesin dapat dipakai dalam jangka waktu yang relatif lama.
2. Kegiatan proses produksi dengan menggunakan peralatan tersebut akan berjalan lancar karena jarang timbul kerusakan.
3. Dapat memperkecil kemungkinan kerusakan berat
4. Dengan dihindarinya kerusakan total dari peralatan / mesin berarti perusahaan akan menekan biaya peralatan

2.3.3 Jenis-jenis Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan atas dua macam yaitu sebagai berikut:

1. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang tidak diduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam operasi perusahaan. Ada beberapa kegiatan *preventive* dalam perusahaan antara lain sebagai berikut:

- a) *Rountine Maintenance*

ntine Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara
n. Misalnya, pembersihan fasilitas peralatan, pelumas dan pengecekan



oli, serta pengecekan bahan bakar dan pemanasan dari mesin beberapa menit sebelum mesin beroperasi.

b) *Periodic Maintenance*

Periodic Maintenance merupakan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara *periodic* atau dalam jangka waktu tertentu. Misalnya, pembongkaran *carburetor* atau pembongkaran mesin dan fasilitas tersebut untuk penggantian pelor roda atau *bearing* serta *service* atau *overhaul* besar maupun kecil.

2. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik (Assauri, 2008).

Perbaikan yang dilakukan karena adanya suatu kerusakan yang diakibatkan tidak dilakukannya *preventive maintenance*. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa *preventive maintenance* akan menimbulkan akibat-akibat yang menghambat ataupun memacetkan kegiatan produksi yang digunakan (Reksohadiprojo, 2001).

2.3.4 Perencanaan Pemeliharaan

Pada kegiatan pemeliharaan dan perawatan agar berjalan dengan baik dan sesuai dengan apa yang diharapkan diperlukan suatu perencanaan. Perencanaan adalah suatu proses pengambilan keputusan yang merupakan dasar dari tindakan-ekonomi pada waktu yang akan datang. Tujuan dari suatu perencanaan agar kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dapat efektif dan efisien. Tanpa



adanya perencanaan yang tepat, kegiatan pemeliharaan yang dilakukan menjadi tidak tepat waktu.

Dalam hal ini yang dimaksud perencanaan adalah struktur rinci dari tindakan untuk mencapai akhir tertentu dalam kegiatan manajemen (Hansen, 2000). Menurut Koontz dan O'Donnel (2002), perencanaan adalah penentuan terlebih dahulu apa yang harus dilakukan, bagaimana melaksanakannya, kapan melakukannya, dan siapa yang melakukannya.

Perencanaan dapat dibagi dalam beberapa jenis:

1. Rencana Umum (*Strategic Plan*) merupakan rencana umum yang ditetapkan pimpinan sebagai arah umum sebagai organisasi.
2. *Tactical Planing* merupakan penjabaran dari strategi dari perusahaan yang bersifat jangka pendek yang lebih khusus, disini dilakukan dua tahap yaitu:
 - a) Formulasi : Perumusan strategi
 - b) Implementasi : Pelaksanaan strategi
3. *Operasional Planing* dibagi dalam dua rencana yaitu:
 - a) *Standing Planing* berupa kebijaksanaan, standar kerja atau SOP (*Standart Operating Procedure*) dan peraturan-peraturan.
 - b) *Single Us Plan* adalah untuk satu waktu atau satu proyek saja.

Agar dapat menyusun suatu perencanaan yang baik, diperlukan beberapa hal yang berhubungan dengan mesin dan peralatan. Suatu rencana adalah skema kegiatan atau cara dimana direncanakana melaksanakan kegiatan atau berusaha

tujuan (Hughes, 2001).



Menurut Harding (2004), perawatan berencana meliputi kegiatan yang dilaksanakan:

1. Pada waktu mesin sedang berjalan seperti pelumasan berencana.
2. Pada waktu mesin dihentikan karena kerusakan yang telah diketahui.
3. Sebagai modifikasi terhadap desain mesin demi meningkatkan keandalannya.

Menurut Hughes (2001), ada lima alasan yang membuat kegiatan perencanaan sangat penting yaitu:

1. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen.
2. Untuk memenuhi kebutuhan perusahaan.
3. Untuk pengendalian biaya.
4. Untuk menjamin ketersediaan sumber.
5. Untuk menyesuaikan dengan perubahan.

Berdasarkan uraian diatas kita dapat menyimpulkan bahwa perencanaan sangat penting dalam menentukan tujuan dan program serta merupakan *Strategic Poit* atau *Critical Unit*, dalam proses produksi. Jika peralatan itu merupakan *Strategic Poit* atau *Critical Unit*, maka sebaiknya diadakan *preventive maintenance* untuk peralatan tersebut. Hal ini kareja apabila terjadi kerusakan yang tidak diperkirakan, maka akan mengganggu recana produksi.

2.3.5 Tugas-tugas dan Kegiatan Pemeliharaan

Tugas dan kegiatan pemeliharaan pada hakekatnya dilaksanakan untuk ahankan kondisi sistem produksi agar tetap dapat melaksanakan ya secara optimal denagn biaya seminimal mungkin. Sebagaimana yang



dimaksud oleh T.Hani Hancoko bahwa kegiatan pemeliharaan adalah untuk memelihara rehabilitasi sistem pengoperasian pada atingkat yang biasa diterima dengan tetap memaksimumkan laba dan meminimumkan biaya (Hani, 2003).

Kegiatan pemeliharaan yang cenderung untuk memperbaiki reliabilitas sistem termasuk pada dua kategori kebijaksanaan pokok yaitu sebagai berikut:

1. Kebijakan yang cenderung untuk mengurangi frekuensi kerusakan-kerusakan antara lain :
 - a) Pemeliharaan *preventif* (termasuk pemeliharaan kondisional)
 - b) Simplikasi operasi
 - c) Pengganti awal
 - d) Perencanaan reliabilitas keadaan komponen-komponen sistem
 - e) Instruksi yang tepat kepada operator
2. Kebijakan yang cenderung untuk mengurangi akibat-akibat dari kerusakan antara lain:
 - a) Percepatan pelaksanaan reparasi (yakni meningkatkan jumlah tenaga kerja bidang reparasi).
 - b) Mempermudah tugas reparasi yaitu desain modulator peralatan.
 - c) Penyediaan keluaran alternatif selama waktu reparasi yaitu peralatan cadangan.

Karyawan suatu organisasi atau perusahaan dalam departemen pemeliharaan harus memiliki keterampilan khusus guna melaksanakan semua

tu kegiatan pemeliharaan dan juga mampu melaksanakan pekerjaan

Oleh karena itu sebaiknya pelaksana atau petugas dari bagian



pemeliharaan ini dituntut untuk dapat melakukan tugasnya dengan sebaikmungkin dengan mengadakan pembinaan.

Menurut Sofyan Assauri yang mengemukakan tugas dan kegiatan pemeliharaan dapat dibagi dalam lima bagian yaitu:

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) atas bangunan dan peralatan pabrik, sesuai dengan rencana dan kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan serta menyusun laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeliharaan tersebut. Maksud kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan pabrik selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan pada bagian ini akan terlihat kemampuan untuk mengadakan percobaan bagi peralatan yang baru dibeli dan perbaikan bagi perusahaan, serta kemajuan peralatan tersebut. Disamping itu dalam kegiatan ini mempelajari spesifikasi mesin dan usaha-usaha agar mesin dan peralatan dapat bekerja efektif.

3. Kegiatan Produksi (*Production*)

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya,

memperbaiki serta mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik akan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi



dan secara teknik, melaksanakan kegiatan servis serta peminyakan atau penggomokan. Kegiatan ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan atau pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana, dan untuk ini diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Kegiatan Administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen atau *spare part* yang dibutuhkan, *progress report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilaksanakannya inspeksi dan perbaikan. Serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen atau *spare part* yang tersedia dibagian pemeliharaan. Jadi dalam kegiatan pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus di cek, diperiksa, diminyak, diservis atau direparasi.

5. Pemeliharaan Bangunan (*Hause Keeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan menjamin kebersihannya. Oleh karena itu kegiatan ini meliputi antara lain pembersihan dan pengecekan gedung, pembersihan WC, pembersihan halaman dan pekarangan dan kegiatan pemeliharaan semua peralatan yang termasuk didalam kegiatan teknik dan produksi dari *maintenance* (Assauri,2008).



2.4 Biaya

Ada beberapa pengertian biaya menurut para ahli yaitu sebagai berikut:

1. Biaya merupakan mengukur seberapa jauh suatu tujuan atau target yang telah ditentukan (Johar dan Fakhrudian, 2003)
2. Biaya bahwa biaya adalah suatu nilai tukar, persyaratan atau pengorbanan yang dilakukan guna memperoleh manfaat (Ursy, 2002)
3. Biaya merupakan kas atau nilai ekuivalen kas yang dikorbankan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan memberi manfaat saat ini atau masa akan datang bagi organisasi (Hansen dan Women 2004).

Biaya dalam pengertian luas adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau kemungkinan akan terjadi untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam arti sempit biaya merupakan bagian dari harga pokok yang dikorbankan dalam usaha untuk memperoleh penghasilan (Sumarni dan Soeprihanto, 2003 : 431).

Menurut Suyadi (2007), beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk meminimumkan biaya pemeliharaan yaitu sebagai berikut:

1. Keadaan mesin
2. Kelancaran mesin
3. Kerusakan mesin dan fasilitas lainnya
4. Modifikasi/perubahan terhadap mesin
5. Keamanan mesin

tu produksi

bersihan mesin dan lingkungan sekitarnya.



2.5 Metode *Repair Maintenance Policy* dan *Preventive Maintenance Policy*

Menurut Reksohadiprodjo (1995), kebijaksanaan pemeliharaan pencegahan didasarkan pada model probabilitas. Model ini memerlukan data biaya pelayanan pemeliharaan pencegahan, biaya perbaikan dan probabilitas kerusakan. Probabilitas kerusakan mencerminkan bahwa kerusakan akan terjadi walaupun sudah dilakukan pemeliharaan pencegahan.

Menurut Pujotomo dan Kartha (2007) serta Zulaikah dan Fajriah (2009), dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang telah ada untuk mencari biaya total perawatan (*total maintenance cost*) yang paling rendah.

Metode *repair policy* (kebijakan perbaikan) dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut (Smith dan Mobley, 2003):

$$TMC(\text{repair policy}) = TCr \times TCd \quad (2.1)$$

$$TCr = B \times Cr \quad (2.2)$$

$$B = N/Tb \quad (2.3)$$

$$Tb = \sum_{i=1}^n p_i \cdot Ti \quad (2.4)$$

Dimana :

TCr = expected cost of repair per bulan.

B = jumlah rata-rata breakdown/ bulan untuk N mesin.

Cr = biaya perbaikan.

Tb = rata-rata runtime per mesin sebelum rusak.

N = jumlah mesin



Metode *preventive maintenance policy* (kebijakan perawatan pencegahan) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Kyriakidis dan Dimitrakos. 2006):

$$TMC(n) = TCr(n) + TCM(n) \quad (2.5)$$

Dimana :

$TMC(n)$ = biaya total perawatan per bulan.

$TCr(n)$ = biaya *repair* per bulan.

$TCM(n)$ = biaya *preventive maintenance* per bulan.

n = periode

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut (Kyriakidis & Dimitrakos. 2006):

1. Menghitung jumlah *breakdown* kumulatif dari kerusakan (Bn) untuk semua mesin selama periode *preventive maintenance* ($Tp = n$ bulan).
2. Menentukan jumlah rata-rata *breakdown* per bulan sebagai perbandingan

$$\frac{Bn}{n} \quad (2.6)$$

3. Perkiraan biaya repair per bulan dengan menggunakan persamaan:

$$TCr(n) = B \times Cr \quad (2.7)$$

Biaya perbaikan atau repair cost (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen, seperti persamaan dibawah ini:

$$Cr = (\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah TK}) + (\text{Biaya Komponen}) \quad (2.8)$$

4. Perkiraan biaya *preventive maintenance* per bulan.

$$TCM(n) = \frac{N.Cm}{n} \quad (2.9)$$

$$\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah TK}) + (\text{Biaya Komponen}) \quad (2.10)$$



5. Menentukan biaya perawatan keseluruhan

$$TMC(n) = TCr(n) + TCm(n) \quad (2.11)$$

