



**SKRIPSI - ME-141501**

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS  
*AUTOMATIC STACKING CRANE* DI  
PT. TERMINAL TELUK LAMONG PELINDO III**

**Elton Kristian Silalahi  
NRP 4214 105 026**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Sardono Sarwito M.Sc  
Adi Kurniawan, ST, MT**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**





FINAL PROJECT - ME-141501

***TECHNIC AND ECONOMIC ANALYSIS OF  
AUTOMATIC STACKING CRANE IN PT. TERMINAL  
TELUK LAMONG PELINDO III***

Elton Kristian Silalahi  
NRP 4214 105 026

Dosen Pembimbing  
Ir. Sardono Sarwito M.Sc  
Adi Kurniawan, ST, MT

Department of Marine Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS *AUTOMATIC***  
***STACKING CRANE* DI PT. TERMINAL TELUK LAMONG**  
**PELINDO III**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Elton Kristian Silalahi**  
NRP. 4214 105 026

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

(.....)

2. Adi Kurniawan, S.T., M.T.

(.....)

SURABAYA  
JULI, 2016

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS AUTOMATIC**  
**STACKING CRANE DI PT. TERMINAL TELUK**  
**LAMONG PELINDO III**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi *Marine Electrical and AutomationSystem* (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Elton Kristian Silalahi**  
**Nrp. 4214 105 026**

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT**  
**NIP. 197708022008011007**

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS AUTOMATIC STACKING CRANE DI PT. TERMINAL TELUK LAMONG PELINDO III**

Nama Mahasiswa : Elton Kristian Silalahi  
NRP : 4214 105 026  
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan  
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito M.Sc  
Adi Kurniawan, ST, MT

## **ABSTRAK**

Aplikasi *Automatic Stacking Crane* sebagai alat angkut atau memindahkan container di pelabuhan telah menjadi obyek penelitian pada beberapa tahun terakhir ini. Ketertarikan ini berdasarkan pertimbangan pada upaya untuk mengurangi polusi udara dan suara yang dihasilkan oleh *Rubber Tyred Gantry Crane* yang selama ini digunakan.

Pada penulisan tugas akhir akan dikaji secara teknis dan ekonomis mengenai perancangan dan operasi *Automatic Stacking Crane* yang telah digunakan oleh PT. Terminal Teluk Lamong PELINDO III. Kajian teknis meliputi penempatan lokasi, komponen, suplai daya dan transmisi, control crane. Kajian ekonomis meliputi biaya operator, biaya operasional, biaya pemeliharaan, biaya pengadaan, biaya pemasukan, biaya pengeluaran, pelunasan dan aliran kas.

Hasil yang diperoleh dari penggunaan *Automatic Stacking Crane* di pelabuhan adalah *Automatic Stacking Crane* lebih menjamin keselamatan, rendah getaran, suara, dan emisi, lebih baik mudah dalam kontrol dan monitoring dan lebih baik dalam integrasi data, lebih murah dalam biaya operator, operasional, dan pemeliharaan, dan baik untuk investasi jangka panjang, dimana

pada tahun ke-16 aliran kas lebih besar 11,767,574,905 dari pada *Rubber Tyred Gantry Crane*

**Kata kunci : ASC, RTG, teknis, ekonomis**

**TECHNIC AND ECONOMIC ANALYSIS OF  
AUTOMATIC STACKING CRANE IN PT.  
TERMINAL TELUK LAMONG PELINDO III**

Name : Elton Kristian Silalahi  
NRP : 4214 105 026  
Department : Marine Engineering  
Advisor : Ir. Sardono Sarwito M.Sc  
Adi Kurniawan, ST, MT

**ABSTRACT**

*Applications Automatic Stacking Crane as a conveyance or transfer container at the port has become an object of research in recent years. This interest is based on the consideration in an effort to reduce air pollution and noise generated by the Rubber Tyred Gantry Crane which has been used.*

*In the thesis will be assessed technically and economically on the design and operation of Automatic Stacking Cranes that have been used by PT. Terminal Teluk Lamong PELINDO III. The technical study includes placement locations, components, power supply and transmission, control crane. Economical study covers operator costs, operating costs, maintenance costs, procurement costs, cost of revenues, expenses, repayment and cash flow.*

*The results obtained from the use of Automatic Stacking Crane in the harbor are Automatic Stacking Cranes better ensure the safety, low vibration, noise, and emissions, better ease in the control and monitoring and data integration are good, cheaper in cost carriers, operating, and maintenance, and good for long-term investments, which in the 16th year cash flow greater than 11,767,574,905 from Rubber Tyred Gantry Crane*

**Keywords:** *ASC, RTG, technical, economical*

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan .....	5
1.5 Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. Alat Bongkar Muat.....	7
2.2 Gantry Crane .....	8
2.2.1 Gerakan Gantry Crane .....	11
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Gantry Crane .....	12
2.2.3 Komponen-komponen utama pada <i>Gantry Crane</i> .....	13
2.2.4 Komponen-komponen pada Trolley .....	14
2.2.5 Komponen-komponen pada <i>Spreader</i> .....	18
2.2 Jenis-jenis crane di Pelabuhan Otomatis.....	20
2.3.1 Ship To Shore (STS).....	20
2.3.2 Straddle Carriers (SC).....	21

2.3.3 Automated Stacking Crane (ASC).....	21
2.3.4 Combined Terminal Tractor Trailers (CTT).....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Umum.....	25
3.2 Identifikasi dan Perumusan masalah .....	25
3.3 Studi Pustaka.....	25
3.4 Pengumpulan Data .....	26
3.5 Analisa Teknis.....	26
3.6 Analisa Ekonomis .....	26
3.7 Analisa dan Pembahasan.....	27
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	27
3.9 Diagram Alir .....	28
<b>BAB IV ANALISA DATA .....</b>	<b>29</b>
4.1 Lokasi.....	29
4.1.1 Lokasi Automatic Stacking Crane .....	29
4.1.2 Lokasi Rubber Tyred Gantry Crane.....	30
4.2 Komponen .....	30
4.2.1 Komponen Automatic Stacking Crane .....	30
4.2.2 Komponen Rubber Tyred Gantry Crane.....	32
4.3 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik .....	33
4.3.1 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik ASC .....	33
4.3.2 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik RTG.....	35
4.4 Control Crane .....	36
4.4.1 Control Crane ASC.....	36
4.4.2 Crane Control RTG.....	79
4.5 Kajian Teknis .....	80

4.6 Biaya operator .....	83
4.6.1 Biaya Operator ASC .....	83
4.6.2 Biaya Operator RTG .....	83
4.6.3 Perbandingan biaya operator ASC dan RTG .....	84
4.7 Biaya Operasional .....	85
8.7.1 Biaya operasional ASC .....	85
4.7.2 Biaya operasional RTG Crane .....	87
4.7.3 Perbandingan biaya operasional ASC dan RTG .....	89
4.8 Biaya Pemeliharaan.....	90
4.8.1 Biaya Pemeliharaan RTG .....	90
4.8.2 Biaya Pemeliharaan ASC.....	92
4.8.3 Perbandingan biaya pemeliharaan ASC dan RTG .....	93
4.9 Biaya Pengadaan .....	94
4.9.1 Biaya Pengadaan ASC .....	94
4.9.2 Biaya pengadaan RTG .....	95
4.9.3 Perbandingan Biaya Pengadaan ASC dan RTG .....	96
4.10 Biaya Pengeluaran.....	97
4.10.1 Biaya Pengeluaran ASC.....	97
4.10.2 Biaya Pengeluaran RTG .....	97
4.10.3 Perbandingan Biaya Pengeluaran ASC dan RTG .....	98
4.11 Biaya Pemasukan .....	99
4.11.1 Biaya Pemasukan ASC .....	100
4.11.2 Biaya Pemasukan RTG.....	100
4.11.3 Perbandingan Biaya Pemasukan ASC dan RTG .....	101
4.12 Pay back dan Aliran Kas .....	102
4.12.1 Pay back dan Aliran Kas ASC .....	102

4.12.2 Pay back dan Aliran Kas RTG.....	103
4.12.3 Perbandingan Pay back dan Aliran Kas ASC dan RTG .....	105
4.13 Kajian Ekonomis.....	107
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>109</b>
5.1 Kesimpulan .....	109
5.2 Saran.....	110
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>111</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>113</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>135</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis crane di pebuhan .....	8
Gambar 2.2 RTG Crane .....	10
Gambar 2.3 Komponen Gantry Crane .....	13
Gambar 2.4 Sistem puli pada gantry crane .....	15
Gambar 2.5 Sistem transmisi pada gantry crane .....	17
Gambar 2.6 Twist lock .....	19
Gambar 2.7 Spreader pada gantry crane .....	20
Gambar 2.8 Automatic Stacking Crane .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi .....	28
Gambar 4.1 Layout lokasi ASC (Automatic Stacking Crane) ....	30
Gambar 4.2 Tampak depan ASC .....	31
Gambar 4.3 Tampak samping ASC .....	32
Gambar 4.4 Supply Listrik dari PLN ke HVS 1 .....	33
Gambar 4.5 Supply Listrik dari HVS 2 ke HVS 3 .....	34
Gambar 4.6 Rangkaian supply daya pada ASC .....	34
Gambar 4.7 Single line diagram ASC .....	35
Gambar 4.8 Single line diagram RTG Crane .....	36
Gambar 4.9. Diagram Management System .....	37
Gambar 4.10. Diagram Crane CMS .....	39
Gambar 4.11 Tampilan Tab Utama .....	40
Gambar 4.12 Tampilan tab diagnostic .....	41
Gambar 4.13 Tampilan tab power supply .....	41

Gambar 4.14 Tampilan tab E-Stop Circui .....	42
Gambar 4.15 Tampilan tab DynAReg .....	42
Gambar 4.16 Tampilan tab DynAReg fault .....	43
Gambar 4.17 Tampilan tab MC Interlock .....	44
Gambar 4.18 Tampilan tab limit .....	44
Gambar 4.19 Tampilan tab Interlocks .....	45
Gambar 4.20 Tampilan tab speed .....	45
Gambar 4.21 Tampilan tab ACM .....	46
Gambar 4.22 Tampilan tab Drive fault .....	46
Gambar 4.23 Tampilan tab hoist .....	47
Gambar 4.24 Tampilan tab micromoves .....	47
Gambar 4.25 Tampilan tab spreader .....	48
Gambar 4.26 Tampilan tab document .....	48
Gambar 4.27 Tampilan tab reporter .....	49
Gambar 4.28 Tampilan tab diagnostic .....	50
Gambar 4.29 Tampilan tab statistic .....	50
Gambar 4.30 Tampilan tab trendtool .....	51
Gambar 4.31 Tampilan tab yard .....	52
Gambar 4.32 Tampilan tab crane views .....	53
Gambar 4.33 Diagram CMS operation .....	54
Gambar 4.34 Layout CCS .....	58
Gambar 4.35 Crane to crane Anti-collission .....	60
Gambar 4.36 Jaringan komunikasi CCS .....	61
Gambar 4.37 Diagram Proses Crane System .....	65
Gambar 4.38 Lokasi Gantry dan Trolley Position Sensor di crane .....	66

Gambr 4.39 Lokasi Spreader dan Container Posisiton Sensor di crane .....	67
Gambar 4.40 Tampilan tab monitor video stream .....	70
Gambar 4.41 Joystick .....	72
Gambar 4.42 ROS Active Screen .....	74
Gambar 4.43 ROS control Screen .....	75
Gambar 4.44 MROS “Select Crane” screen .....	77
Gambar 4.45 MROS Control Screen .....	77
Gambar 4.46 Diagram koneksi kontrol ASC .....	78
Gambar 4.47 Diagram koneksi control RTG .....	79
Gambar 4.48 Grafik biaya operator .....	85
Gambar 4.49 Biaya Listrik PLN .....	86
Gambar 4.51 Grafik biaya operasional ASC da RTG .....	90
Gambar 4.52 Grafik biaya pemeliharaan ASC dan RTG .....	94
Gambar 4.53 Grafik biaya pengadaan ASC dan RTG .....	96
Gambar 4.54 Grafik biaya pengeluaran ASC dan RTG .....	99
Gambar 4.55 Grafik biaya pemasukan ASC dan RTG .....	102
Gambar 4.56 Grafik Pay back dan aliran kas ASC dan RTG ...	106

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 ROS kontrol panel sentuh .....	73
Tabel 4.2 MROs kontrol panel sentuh .....	75
Tabel 4.3 Perbandingan Keuntungan teknis ASC dan RTG .....	81
Tabel 4.4 Biaya operator .....	84
Tabel 4.5 Biaya operasional ASC dan RTG .....	89
Tabel 4.6 Biaya pemeliharaan generator .....	91
Tabel 4.7 Persentase aplikasi pemeliharaan .....	91
Tabel 4.8 Tabel biaya pemeliharaan .....	93
Tabel 4.9 Biaya Pengadaan .....	96
Tabel 4.10. Biaya Pengeluaran .....	98
Tabel 4.11. Biaya Pemasukan .....	101
Tabel 4.12 Pay back dan Aliran kas .....	105

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pelabuhan adalah salah satu infrastruktur penunjang transportasi laut yang merupakan pintu gerbang keluar masuk barang dan penumpang. Fungsi dan peran pelabuhan sangat penting dalam mendukung sistem transportasi untuk pengembangan suatu wilayah. Terminal kontainer adalah salah satu fasilitas pelabuhan yang digunakan untuk proses bongkar muat barang dalam kontainer. Lamanya proses penumpukan kontainer bergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah kualitas dan kuantitas peralatan yang ada. *Rubber tyred gantry crane* (RTG crane) adalah suatu alat angkut yang berfungsi untuk memindahkan kontainer dari head truck ke terminal kontainer atau sebaliknya dan sebagai pengatur tumpukan susunan kontainer.

Dalam operasinya, RTG crane/ semi otomatis crane dapat mengangkat beban container berkisar 36 sampai 40 ton dengan kebutuhan listrik rata-rata 300-500 kW yang disuplay dari generator listrik yg berada di tiap-tiap RTG Crane. Seiring perkembangan teknologi, RTG Crane juga mengalami perkembangan. Listrik yang dipasok ke RTG Crane di pelabuhan bersumber dari PLN dimana RTG Crane ini dinamakan *Automatic Stacking Crane*, seluruh *Auto Stacking Crane* pada pelabuhan kelistrikkannya bersumber dari satu sumber yaitu PLN. Perkembangan RTG Crane ini dibuat untuk mengurangi efek polusi dan suara yang dikeluarkan dari mesin diesel oleh RTG Crane.

Oleh sebab penggunaan *Auto Stacking Crane*, maka pada pelabuhan akan ada perubahan secara teknis, daya dan ekonomis

dengan adanya perencanaan pengadaan sistem *Auto Stacking Crane*. Pada penelitian ini akan dianalisa perbandingan teknis dan ekonomis pada *Auto Stacking Crane* terhadap RTG Crane yang menggunakan tenaga diesel.

## 1.2 Perumusan Masalah

Aplikasi *Automatic Stacking Crane* sebagai alat angkut atau memindahkan container di pelabuhan telah menjadi obyek penelitian pada beberapa tahun terakhir ini. Ketertarikan ini berdasarkan pertimbangan pada upaya untuk mengurangi polusi udara dan suara yang dihasilkan oleh RTG Crane yang selama ini digunakan.

*Automatic Stacking Crane* sangat mendukung dalam penerapan teknologi yang ramah lingkungan kerana sistem yang digunakan seluruhnya adalah sistem kelistrikan. Adapun *Automatic Stacking Crane* sudah mulai digunakan di pelabuhan Indonesia yaitu tepatnya di Terminal Peti kemas Teluk Lamong Surabaya, dimana biasanya pelabuhan-pelabuhan lain di Indonesia masih menggunakan RTG Crane.

Dari segi kegunaan *Automatic Stacking Crane* memiliki banyak kelebihan dari RTG Crane yang biasa digunakan. Kegunaan ASC (*Automatic Stacking Crane*) beberapa sama persis dengan RTG, sedangkan yang membedakan adalah ASC tidak lagi dioperasikan oleh operator di atas alat, melainkan dari ruang kontrol gedung kantor.

Sumber daya manusia saat ini bagi perusahaan sudah menjadi aset yang tidak murah. ASC memberikan solusi atas mahalnya biaya operator dengan :

1. Tidak menggunakan operator di atas alat, jadi dari segi keselamatan lebih bagus karena di lapangan penumpukan peti kemas nanti sama sekali tidak ada operator.

2. Biaya perawatan dan operasional lebih hemat 30-40% karena 1 operator bisa mengoperasikan 4-6 alat secara bersamaan.
3. ASC ini menggunakan menggunakan tenaga listrik yang disuplai dari PLN sehingga tidak ada emisi gas buang dan memberikan predikat alat yang ramah lingkungan. Karena menggunakan tenaga listrik, alat tersebut lebih hemat bahan bakar 30-50% dari pada RTG yang menggunakan mesin diesel.
4. Tidak menggunakan sistem hidrolis sehingga pemeliharannya lebih mudah.
5. *Intelligent Structure* membuat pergeseran dan kerja alat menjadi lebih ringan karena struktur crane didesain lebih kokoh tapi ringan.

Penggunaan *Automatic Stacking Crane* masih dalam tahap perhitungan efisiensi penggunaannya, dimana faktor pendukung seperti teknis peralatan yang dibutuhkan, pasokan daya listrik yang dibutuhkan, dan sisi ekonomisnya juga harus diperhatikan. Peralatan dan perlengkapan yang harus ada dipelabuhan tentulah berbeda dari pengadaan dengan sistem RTG Crane, misalnya gulungan kabel, kawat konduktif, terminal listrik dan lain-lain. Begitu juga dengan daya listrik yang dibutuhkan, jika sebelumnya RTG crane menggunakan diesel sebagai sumber listrik di tiap-tiap RTG Crane, kali ini sumber listrik adalah dari PLN ke semua Automatic Stacking Crane yang ada di pelabuhan. Maka pastinya daya listrik yang dibutuhkan cukup besar dengan kebutuhan daya yang sama dalam pengoperasian RTG Crane. Dari kedua sisi teknis dan daya itu maka bisa dipastikan dana atau *renew* untuk menyiapkan itu semua juga sangat besar maka

diperlukan perhitungan biaya investasi dari operasional *Automatic Stacking Crane* tersebut

Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan dan efisiensi secara teknis dan ekonomis dalam penggunaan *Automatic Stacking Crane* di pelabuhan yaitu dengan pendataan dan perhitungan spesifikasi *Automatic Stacking Crane* yang digunakan dan membandingkannya dengan penggunaan RTG Crane.

Oleh karena itu dapat di rumuskan beberapa hipotesa antara lain :

1. Bagaimana perbandingan teknis pada *Automatic Stacking Crane* dengan RTG Crane yang bertenaga diesel?
2. Bagaimana perbandingan biaya operator, operasional, pemeliharaan, pengadaan, pengeluaran, pemasukan, payback dan aliran kas *Automatic Stacking Crane* dan RTG Crane yang bertenaga diesel?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Analisa teknis hanya difokuskan pada bagian kelistrikannya
2. Tidak menghitung emisi gas buang
3. Tidak menghitung load faktor

#### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui dan menganalisa perbandingan teknis pada *Automatic Stacking Crane* dengan RTG Crane yang bertenaga diesel
2. Mengetahui perbandingan biaya operator, operasional, pemeliharaan, pengadaan, pengeluaran, pemasukan, payback dan aliran kas *Automatic Stacking Crane* dan RTG Crane yang bertenaga diesel

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini secara umum adalah mengetahui kebutuhan daya, peralatan dan biaya instalasi ASC di pelabuhan.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

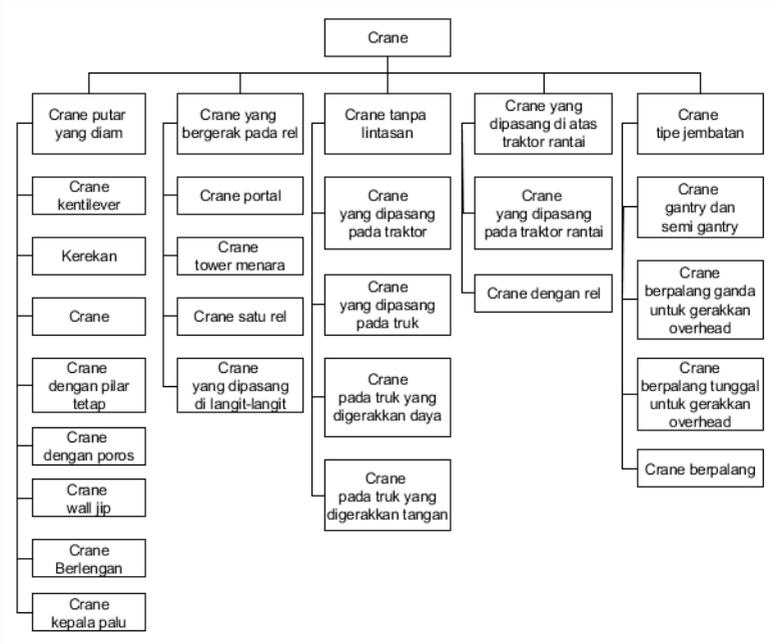
#### **2.1 Alat Bongkar Muat**

Peralatan mekanis memindahkan barang bongkaran ataupun muatan dari/ke atas kapal baik peralatan derek/crane kapal maupun peralatan di dermaga atau pelabuhan dibantu *forklift* dan *lifting equipment* seperti gantry crane dan peralatan mobile lainnya. Perencanaan alat-alat bongkar muat di terminal terutama barang yang melalui gudang didasarkan pada:

- Total tonase barang yang dilayani;
- Tonase barang yang melalui transfer di dermaga;
- Jenis, berat, ukuran panjang-lebar-tinggi, dan jumlah;
- Jenis dan tipe kemasan;
- *Manuverability, lifting capacity, traveling speed* dan karakteristik peralatan lainnya;
- Kehandalan dan pelaiikan peralatan yang tersedia;

Dalam rencana pengalokasian alat-alat mekanis, faktor keseimbangan anatara output operasi kapal dengan kapasitas armada di terminal adalah kunci penentu kelancaran aktivitas bongkar muat. Hendaknya kapasitas dan mobilitas peralatan terminal mampu melayani dengan seimbang (*balance*) terhadap output kapal. Situasi imbalance harus dapat dicegah.

Adapun jenis-jenis crane di pelabuhan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Jenis-jenis crane di peabuhan  
(Sumber: Alat Pengangkut, N. Rudenko)

## 2.2 Gantry Crane

*Gantry Crane* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengangkat atau memindahkan muatan berat dan banyak digunakan di pelabuhan untuk proses *loading – unloading* container. Dalam Eksitasi internal atau eksternal, *payload* selalu memiliki kecenderungan untuk berosilasi tentang posisi *vertical* maupun horisontal, sehingga masalah banyak terjadi pada dinamika dari struktur *crane* khususnya jenis *Gantry* dan gerakan pendulum *payload*. Gerakan yang ditimbulkan oleh pendulum *payload* menimbulkan beban massa pendulum *payload* bertambah

sehingga menimbulkan ketidakstabilan *crane* dan kerusakan serius pada sistem *crane*. Didasarkan kebutuhan kestabilan *crane*, maka diperlukan analisa kestabilan *crane* jenis *gantry* berbasis amplitudo respon getaran agar mendapatkan kestabilan. Dalam lingkungan kita, ada kebutuhan untuk memindahkan hal-hal seperti peralatan dari satu tempat ke tempat lain jauh maupun dekat. Pada suatu industry konstruksi, pelabuhan, kereta api banyak digunakan untuk mengangkut suatu barang biasanya bebannya berat sehingga tidak dapat ditangani oleh pekerja melainkan dibutuhkan bantuan alat agar lebih memudahkan pekerjaan, *Crane* telah banyak digunakan untuk mengikat maupun memindahkan mesin, alat, *container* dan benda berat lainnya, ada banyakkacam jenis *crane* sesuai dengan kebutuhan suatu industry seperti *tower crane*, *overhead crane*, *mobile crane* dan *gantry crane*. *Crane* jenis *gantry* adalah salah satu alat banyak digunakan diarea *container yard* (Lapangan kontainer) sedang *mobile crane* biasa digunakan untuk memindahkan muatan diatas kapal ke daratan pelabuan. *Gantry crane* terdiri dari pendulum, *payload*, *crane* mempunyai aturan bagaimana prosedur mengangkat suatu *container*, ada sebuah kabel dengan *payload* menggantung dan pendulum akan bergerak mengangkat maupun menurunkan beban ke lokasi yang diinginkan. Penanganan *Gantry crane*, keselamatan adalah *point* yang paling penting untuk dipertimbangkan saat operasi *gantry crane*. Oleh karena itu, *Gantry crane* dioperasikan dengan mengikuti SOP (*Standart Operation Prosedure*) untuk meminimalisasikan tingkat kecelakaan yang diakibatkan operasional *gantry crane* maka prosedur sangat dibutuhkan, adapun antara lain :

- Sebelum *gantry crane* dioperasikan hendaknya beban *payload* diperiksa apakah sudah memenuhi toleransi agar

beban tidak melebihi *load* maksimum yang dimiliki gantry crane.

- Kegiatan operasi harus diawasi oleh tenaga kerja yang profesional.
- *Operator gantry crane* harus terbiasa mengoperasikan alat tersebut.
- Operator harus memiliki keahlian mengoperasikan alat dan agar dapat mengoperasikan alat dengan baik, maka setiap bulan operator akan dilatih.



Gambar 2.2 RTG Crane  
(Sumber [konecrane.com](http://konecrane.com))

Faktor-faktor lain juga harus dipertimbangkan sehingga kemungkinan kecelakaan terjadi adalah kecil. Ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan, sistem pengereman, komponen hidraulik dan pneumatik, listrik peralatan, alat bantu operasional, mekanisme operasional, mengangkat perangkat, menentukan beban berat, segera mengenali bahaya dan potensi, sistem kontrol dan lain-lain. Jangka waktu sistem kontrol, isu penting adalah bagaimana untuk mengontrol beban ayunan. Ini penting untuk memiliki operasi yang lebih cepat dengan tetap menjaga keamanan. Kendaraan beroda secara umum, crane dapat

didefinisikan sebagai mesin yang digunakan untuk mengangkat dan menurunkan sebuah beban vertikal dan bergerak secara horisontal dan yang memiliki mekanisme mengangkat sebagai bagian integral. (*sumber: digilib.its.ac.id/ITS paper*)

### 2.2.1 Gerakan Gantry Crane

Dalam hal ini gantry crane yang terdapat pada pelabuhan mempunyai cara kerja sebagai berikut :

#### 1. Gerakan *Hoist*

Gerakan hoist ini adalah gerakan naik dan turun untuk mengangkat dan menurunkan peti kemas yang telah dijepit oleh *spreader* yang diikat melalui tali baja (*wire rope*) yang digulung oleh drum, dimana drum ini digerakkan oleh elektromotor. Apabila posisi pengangkatannya telah disesuaikan seperti yang telah dikehendaki maka gerakan drum ini dapat dihentikan oleh rem (*brake*) yang dilakukan pada *handle* dan terdapat pada kabin operator.

#### 2. Gerakan transversal

Gerakan transversal ini adalah gerakan yang dilakukan oleh *trolley* saat membawa peti kemas dengan arah dan pergerakannya sejajar dengan *boom* dan *girder*, melalui tali baja yang terlilit pada drum dengan penggerak mula ialah elektromotor, sehingga *trolley* akan bergerak pada rel yang terletak diatas *boom* dan *girder*. Gerakan ini akan berhenti jika arus listrik pada elektromotor diputuskan dan sekaligus rem akan berkerja.

#### 3. Gerakan longitudinal

Gerakan longitudinal ini disebut juga gerakan yang dilakukan oleh *gantry* yaitu gerakan memanjang pada rel besi yang terletak pada permukaan tanah yang dilakukan melalui roda gigi transmisi. Dalam hal ini elektromotor akan memutar roda *gantry* dan *gantry* akan bergerak secara maju mundur ke arah yang diinginkan, dan setelah jarak yang dicapai telah pada tempatnya maka arus listrik akan terputus dan rem sekaligus akan berkerja.

### 2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Gantry Crane

Keblebihan dalam menggunakan gantry crane ini sebagai berikut :

1. Posisi kerja yang *outdoor* ( tidak ada bangunan pendukung)

Jika posisi pada penggunaan crane berada di area *outdoor* (tanpa bangunan pendukung), maka penggunaan *gantry crane* ini sangat cocok. Misalnya area penumpukan *precast*, *loading*, dan *constructing*. Penggunaan *gantry crane* sangat ekonomis karena tidak perlu membangun sistem tiang pendukung. Dan hanya perlu menyiapkan sistem pondasi dan rel.

2. Posisi kerja *indoor* dengan *long travel* yang panjang

Jika pabrik atau gudang maka hanya memiliki *long travel* yang panjang dan tiang bangunan tidak mendukung untuk memasang *runway beam*, maka *gantry crane* adalah pilihan yang tepat untuk kondisi ini sangat ekonomis.

3. Investasi yang lebih rendah

Jika penggunaan *crane* dalam waktu yang temporer untuk *outdoor*, penggunaan pada *gantry crane* sangat tepat, karena perpindahan pada alat ini dapat berpindah pindah di sepanjang rel yang berdiri pada permukaan, dengan sedikit kerugian pada pondasi. Dengan merancang sistem pondasi yang tepat, maka *gantry crane* dapat dibangun dengan biaya yang sangat ekonomis.

Kekurangan dalam penggunaan *gantry crane* ini :

1. Membutuhkan area yang aman

*Gantry crane* yang berjalan diatas rel yang terpasang diatas lantai/pondasi, secara langsung hal ini akan mengakibatkan area disekitar rel tidak bisa dimanfaatkan, karena *crane* perlu area yang aman untuk pergerakannya. Hal ini akan mengakibatkan area disekitar rel tidak bisa dimanfaatkan. Sangat merugikan untuk kondisi gudang dan pabrik yang kurang luas.

2. Pengawasan keamanan yang lebih ketat

Rel lintasan *gantry crane* yang berada di permukaan lantai banyak karyawan yang beraktivitas dan banyak barang-barang yang akan diletakkan. Sehingga butuh pengawasan aman (*safety*) yang lebih ketat dibandingkan dengan *overhead crane*. Harus

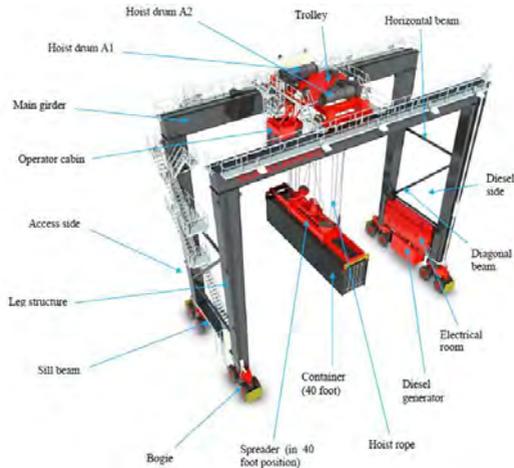
dipastikan rel *gantry* aman dari aktivitas manusia dan barang-barang yang mungkin tertabrak oleh *gantry crane*.

### 3. Perawatan yang lebih intensif

Jika *gantry crane* berada dilapangan yang terbuka, maka dipastikan perawatannya harus lebih intensif: *coating*, pelumasan, dan kelistrikan yang terdapat pada *gantry crane*.

#### 2.2.3 Komponen-komponen utama pada *Gantry Crane*

Adapun komponen-komponen pada *gantry crane* ialah seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2.3 Komponen Gantry Crane

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

#### 1. Trolley

*Trolley* berfungsi untuk memindahkan peti kemas dari truk ke kapal laut, dan *trolley* terletak pada konstruksi *boom* dan *girder*. Pada *trolley* terdapat juga kabin operator. Untuk mengoperasikan *gantry crane*.

#### 2. Spreader

*Spreader* berfungsi sebagai penjepit peti kemas pada saat pengangkatan dan penurunan dari truk ke kapal, dimana *spreader* terletak pada posisi di bawah *trolley* supaya operator dapat

melihat dengan jelas pada saat penempatan *spreader* ke peti kemas.

### 3. *Gantry*

*Gantry* ini bergerak sepanjang rel yang bergerak secara longitudinal yang arahnya ditentukan oleh operator untuk memudahkan menaikkan dan menurunkan peti kemas.

### 4. Peti kemas

Peti kemas adalah suatu alat yang menyimpan bahan baku produksi atau bahan jadi. Peti kemas biasanya terbuat dari paduan logam, dan peti kemas biasanya terdiri dari ukuran yang berbeda dan ukuran yang terdapat pada pelabuhan belawan mempunyai ukuran 20 feet dan 40 feet. Untuk memudahkan pengumpulan dan penyusunan peti kemas di bantu oleh mobil *crane* yang dapat memindahkan peti kemas dari suatu tempat ke tempat lainnya yang sudah ditentukan dari BICT untuk menjaga keamanan dari kinerja *gantry crane*. Mobil *crane* dapat membantu yang meringankan pekerjaan pada *gantry crane* agar pemindahan peti kemas ke kapal lebih efisien.

## 2.2.4 Komponen-komponen pada Trolley

Adapun komponen-komponen pada trolley ini ialah : roda, tali baja (*wire rope*), puli, drum, rem, sistem transmisi, elektromotor, kopling dan bantalan.

### 1. Roda trolley

Roda trolley adalah salah satu komponen yang terpasang pada trolley ini berfungsi untuk membantu pergerakan trolley ini berjalan di atas lintasan boom dan girder sewaktu pengangkatan peti kemas, dimana pada trolley ini terdapat empat roda, dari data survey yang telah dilakukan roda trolley mempunyai diameter sebesar  $(D) = 62 \text{ cm}$

### 2. Tali baja (*wire rope*)

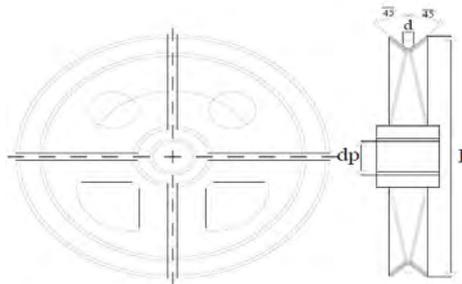
Tali baja banyak sekali digunakan pada mesin atau perlengkapan pesawat pengangkat, dan pada tali baja jika mengalami keausan serat-serat tali bagian luar yang terpinil akan terputus terlebih dahulu dibandingkan dengan bagian dalamnya, sehingga tanda-

tanda untuk pergantian tali baja akan mudah diketahui. Dalam hal ini tali baja mempunyai keunggulan diantara lain :

- Lebih ringan dibandingkan dengan rantai
- Lebih tahan terhadap sentakan
- Menunjukkan tanda-tanda yang jelas apabila tali akan putus
- Pengoperasian yang tenang
- Lebih fleksibel

### 3. Puli dan sistem puli

Puli ialah tempat berjalannya tali baja (*wire rope*) yang terbuat dari logam dan pinggiran puli diberi alur (*groove*) untuk laluan tali, yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4 Sistem puli pada gantry crane  
(*sumber:repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf*)

Keterangan gambar :

D = diameter puli (cm, mm)

d = diameter tali (cm,mm)

dp = diameter poros puli (cm,mm)

900 = jarak sela (*clereance*) puli

Puli terbagi atas dua macam, yaitu puli tetap (*fixed pulley*) dan puli bergerak (*moveable pulley*). Puli tetap terdiri dari cakra dan tali yang dilingkarkan pada alur (*groove*) di bagian atasnya dan pada ujungnya digantung beban. Puli bergerak terdiri dari cakra dan poros bebas.

Tali yang dilingkarkan dalam alur dibagian bawah, salah satu ujung diikatkan tetap dan ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, dan beban di gantungkan pada *spreader*.

Sistem puli adalah kombinasi dari beberapa puli tetap dan puli bergerak atau terdiri dari beberapa cakra puli. Biasanya menggunakan sistem puli ganda (*multiplie pulley system*) untuk menghindari kesalahan pada waktu operasi pengangkatan yang menggantungkan beban langsung pada ujung tali. Kesalahan pengangkatan ini disebabkan beban berayun. Dengan sistem puli ganda yang mengangkat beban dalam arah tegak, yang lebih stabil, dapat mereduksi beban yang berkerja pada tali sehingga diameter puli dan drum lebih kecil.

#### 4. Drum

Pada pesawat angkat, drum berfungsi untuk menggulung tali (*rope*). Drum dengan satu tali tergulung hanya mampu mempunyai satu *helix* ke kanan, sedangkan drum yang didesain untuk dua tali diberi dua arah, kekanan dan kekiri.

Drum untuk tali baja dibuat dari yang licin dengan *flens* yang tinggi untuk memungkinkan menggulung tali dalam beberapa gulungan. Drum untuk tali baja terbuat dari baja cor, dengan mempertimbangkan gesekan *bearing*, maka  $\eta = \pm 0,95$ .

#### 5. Rem (*brake*)

Rem ini berfungsi untuk mengatur kecepatan penurunan muatan atau menahan muatan agar diam, rem digunakan untuk menyerap inersia massa yang bergerak. Tergantung pada kegunaannya rem dapat diklasifikasikan sebagai jenis penahan atau penurunan.

Rem dapat dibedakan menjadi rem otomatis dan rem dioperasikan manual, dimana jenis rem yang termasuk rem manual ialah : rem sepatu atau blok, rem pita, rem krucut dan rem cakram. Sedangkan rem pada otomatis adalah rem sentrifugal untuk mengatur kecepatan yang digerakkan oleh bobot muatan yang diangkat.

Rem sepatu ganda digunakan pada mekanisme pengangkatan dan pemindahan dan pemutar *crane* yang berbeda dengan rem sepatu tunggal, rem sepatu ganda tidak menimbulkan defleksi pada poros rem, rem digerakkan oleh pemberat dan dilepaskan oleh elektromagnet. Biasanya rangkainya listrik dibuat saling mengunci

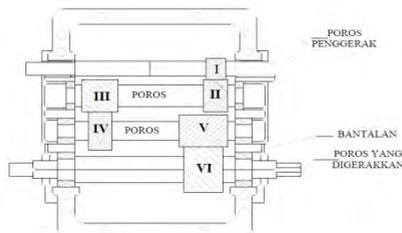
antara motor dan magnet yang secara otomatis menghasilkan aksi pengereman walaupun motor berhenti secara mendadak.

## 6. Transmisi

Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam ataupun non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk mentransmisikan putaran dari putaran tinggi ke putaran rendah atau sebaliknya. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk mentransmisikan putaran yang berat, teknik pembuatan roda gigi dapat dikerjakan dengan cara di cor, dikerjakan pada mesin *frais*, dan *hober*.

Secara umum fungsi roda gigi yaitu untuk meneruskan putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan, dan juga dapat memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain, seperti yang digunakan pada pompa roda gigi. Roda gigi dikelompokkan menjadi tiga kelompok, sesuai dengan kedudukan yang diambil oleh poros yang dipergunakan dalam industri, gambar yang ada di bawah ini ialah jenis-jenis roda gigi.

Putaran yang berubah-ubah juga dapat diperoleh dengan menggunakan roda gigi. Salah satu maksud tersebut ialah dipergunakan pada perkakas pemindah kecepatan. Roda gigi dipergunakan pada kendaraan atau mesin yang memiliki gerakan putar, adapun sistem transmisi pada perencanaan ini terlihat seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.5 Sistem transmisi pada gantry crane  
(sumber: [repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf](https://repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf))

Penggunaan roda gigi dapat digolongkan sesuai kedudukan yang diambil oleh poros yang satu terhadap poros yang lain. Penggunaan roda gigi ada tiga golongan yaitu:

- a). Poros sejajar satu sama lain. Roda gigi yang dipergunakan bentuk dasarnya adalah dua buah silinder yang saling bersinggungan menurut sebuah garis lukis. Roda gigi yang dipergunakan dapat sejajar dengan garis lukis silinder, atau membuat sudut dengan garis lukis.
- b). Poros saling memotong. Roda gigi yang dipergunakan adalah roda gigi krusut dengan puncak gabungan yang saling menyinggung menurut sebuah garis lukis dan garis lukis gigi saling berpotongan di puncak krusut
- c). Poros saling menyilang, gigi yang dapat dipergunakan berbentuk roda ulir.

#### 7. Elektromotor

Elektromotor merupakan alat yang cukup penting dalam pengoperasian ini, dikarenakan elektromotor adalah penggerak mula untuk menjalankan sistem yang terdapat pada *crane*. Elektromotor berfungsi sebagai merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang dapat memutar poros untuk menjalankan *trolley*, dimana putaran elektromotor diteruskan ke sistem transmisi dan dari sistem transmisi akan diteruskan ke drum sehingga drum berputar dan tali akan terlilit dan terulur dari drum.

Ketika elektromotor berputar, secara otomatis elektromotor akan mengalami pembebanan, ini dikarenakan oleh alat-alat yang terdapat pada sistem yang akan digerakkan oleh elektromotor tersebut, sehingga daya elektromotor perlu dihitung untuk memenuhi daya yang akan dikerjakan.

#### 2.2.5 Komponen-komponen pada *Spreader*

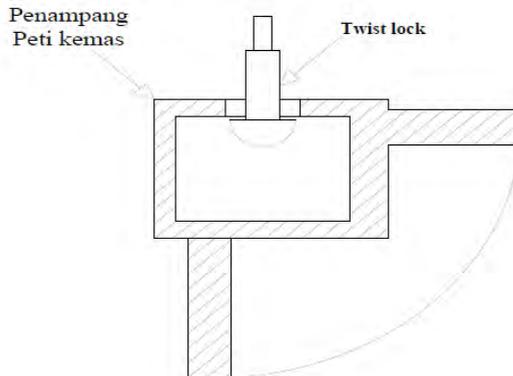
*Spreader* ini adalah alat penjepit yang di desain khusus untuk penjepitan pada peti kemas dimana bentuk *spreader* adalah berbentuk persegi panjang yang disesuaikan dengan ukuran pada peti kemas dimana ukuran peti kemas yang ada di pelabuhan

belawan mempunyai dua ukuran yaitu 40 feet dan 20 feet, adapun komponen-komponen yang terdapat pada *spreader* ini :

#### 1. *Twist lock*

*Twist lock* berfungsi sebagai pengunci peti kemas pada saat peti kemas akan diangkat/dipindahkan. Dimana *twist lock* ini terletak pada setiap sisi sudut yang berada pada *spreader*, dan pada *spreader* ini terdapat 4 *twist lock*.

Pada saat operator menurunkan *spreader* sesuai dengan panjang peti kemas, setelah panjang pada *spreader* sesuai dengan peti kemas operator akan menurunkan *spreader* secara perlahan-lahan pada peti kemas. Dan operator harus menempatkan *spreader* pada lobang *twist lock* yang terdapat pada peti kemas, dan sesudah *twist lock* masuk pada lobang yang ada pada peti kemas, maka *switch* akan tertekan dan lampu di kabin operator akan menyala dan menyatakan bahwa *twist lock* sudah terkunci dengan baik, kemudian operator akan mengangkat peti kemas.

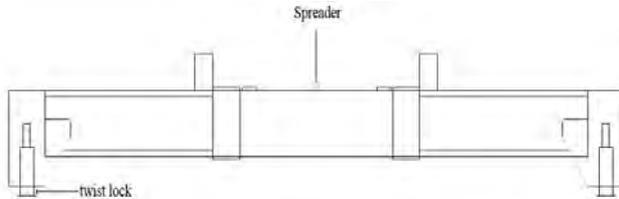


Gambar 2.6 *Twist lock*

(sumber: [repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf))

## 2. Rangka Batang *Spreader*

Rangka batang *spreader* ini merupakan suatu konstruksi dari tempat pengangkatan peti kemas yang disesuaikan dari ukuran pada peti kemas yang ada di pelabuhan belawan, bentuk dari *spreader* ini ialah persegi panjang. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2.7 Spreader pada gantry crane  
(sumber: [repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/09E02635.pdf))

## 2.3 Jenis-jenis crane di Pelabuhan Otomatis

Pada pelabuhan dengan sistem otomatis, terdapat beberapa jenis crane yang digunakan, yaitu:

### 2.3.1 Ship To Shore (STS)

Adalah alat bongkar muat yang sering disebut Container Cranes (CC). STS yang rencananya hadir di TMTL merupakan alat baru produksi Konecranes dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Memiliki boom sepanjang 30-40 m sehingga dapat melayani kapal peti kemas panamax.
- Menggunakan sumber tenaga listrik.
- Kecepatan mengangkat: 60/120 m/min
- Kecepatan trolley: 150 m/min
- Safe Working Load (SWL): 40 Ton (dermaga domestik) dan 60 Ton (dermaga internasional)

Beberapa kelebihan STS buatan perusahaan Finlandia antara lain, menggunakan sumber tenaga listrik dari supply PLN sehingga tidak ada emisi gas buang. Keunggulan lainnya adalah STS sama sekali tidak menggunakan sistem hidrolis, dimana pada sistem ini

memerlukan pelumas dan apabila terjadi kebocoran hidrolis seringkali terjadi ceceran oli disekitar lokasi kerja crane. Dengan digantikannya sistem hidrolis dengan sistem mekanik membuat biaya pemeliharaannya jauh lebih hemat, mudah dan pemakaian sumber tenaga listrik mampu menghemat biaya operasional alat hingga 30-40%.

### **2.3.2 Straddle Carriers (SC)**

Merupakan alat transfer peti kemas yang diperkenalkan dengan nama Straddle Carriers (SC). Alat tersebut digunakan untuk membawa peti kemas 20 ataupun 40 feet dari area ship-to-shore (STS) ke buffer area maupun sebaliknya dari waterside.

Dilengkapi dengan mesin Euro 4 kecepatan lajunya dapat disesuaikan dengan peraturan di masing-masing terminal sekitar 25 - 30km/jam, dengan Safe Working Load (SWL) 50 Ton. SC tidak memerlukan manuver pada saat loading / unloading peti kemas di buffer area karena SC dapat bergerak 2 arah maju dan mundur, sehingga proses loading / unloading berlangsung lebih cepat. Selain itu, SC juga memiliki kemampuan menaikkan dan menurunkan peti kemas hingga 2 tier sekaligus membawanya. Dilihat dari sisi pengoperasian, kabin yang terletak diatas membuat operator memiliki pandangan bebas sehingga memudahkan operator membawa peti kemas sesuai job order dengan memerhatikan kaedah keselamatan. Dalam hal perawatan, boxrunner lebih hemat bahan bakar dan mudah karena menggunakan mesin diesel-electric (DE) drive and rope hoist system.

### **2.3.3 Automated Stacking Crane (ASC)**

Jika sekarang kita kenal alat angkat dan angkut Rubber Tyred Gantry (RTG), maka untuk terminal modern saat ini

menggunakan alat yang dikenal dengan nama Automated Stacking Crane (ASC). Kegunaan ASC sama persis dengan RTG, yang membedakan adalah ASC tidak lagi dioperasikan oleh operator di atas alat, melainkan dari ruang kontrol gedung kantor.



Gambar 2.8 Automatic Stacking Crane

(sumber: konecrane.com)

Sumber daya manusia saat ini bagi perusahaan sudah menjadi aset yang tidak murah. ASC memberikan solusi atas mahalnya biaya operator dengan :

- a. Tidak menggunakan operator di atas alat, jadi dari segi keselamatan lebih bagus karena di lapangan penumpukan peti kemas nanti sama sekali tidak ada operator.
- b. Produktivitas alat bisa 2 kali lebih tinggi daripada RTG3. Biaya perawatan dan operasional lebih hemat 30-40% karena 1 operator bisa mengoperasikan 4-6 alat secara bersamaan.
- c. ASC ini menggunakan menggunakan tenaga listrik yang disuplai dari PLN sehingga tidak ada emisi gas buang memberikan predikat alat yang ramah lingkungan. Karena menggunakan tenaga listrik, alat tersebut lebih hemat bahan bakar 30-50% dari pada RTG yang menggunakan mesin diesel.
- d. Tidak menggunakan sistem hidrolis sehingga pemeliharaannya lebih mudah.

- e. Intelligent Structure membuat pergeseran dan kerja alat menjadi lebih ringan karena struktur crane didesain lebih kokoh tapi ringan.

### **2.3.4 Combined Terminal Tractor Trailers (CTT)**

Combined Terminal Tractor Trailers (CTT) produksi Gaussin, SA yang dikenal dengan nama Automotive Terminal Trailer (ATT). ATT adalah sejenis trailer yang bekerja membawa peti kemas dari dan ke dermaga, dimana saat ini terminal peti kemas masih menggunakan truk trailer yang umumnya dipakai di jalanan.

Keunggulan ATT dibanding trailer biasa adalah:

- a. Hanya memakai 8 roda, beda dengan truk trailer biasa yang memakai 14 roda sehingga lebih hemat biaya pemakaian ban.
- b. Menggunakan teknologi "stop and start". Yaitu saat trailer berhenti untuk menunggu giliran bongkar atau muat, secara otomatis mesin mati. Saat itu juga ketika trailer dibutuhkan untuk jalan, operator tinggal menginjak pedal gas maka secara otomatis mesin akan menyala dan berjalan. Teknologi ini mampu menghemat pemakaian BBM hingga 30-50%.
- c. Konstruksi trailer dibuat sedemikian rupa sehingga ia memiliki radius putar kurang dari truk trailer pada umumnya 14 m, membuat manuver ATT sangat efektif dan lincah sehingga radius putar yang dibutuhkan tidak terlalu lebar, mempersingkat waktu tempuh trailer.
- d. ATT didorong dan dilengkapi dengan "power pack", yaitu mesin penggerak portable yang didesain secara compact. Jika terjadi kerusakan, ATT tidak perlu berhenti untuk direparasi melainkan cukup mengganti dengan "power pack" dengan yang siap operasi maka ATT siap dioperasikan kembali.

- e. Kabin ringan berada pada as roda depan, dengan desain yang membuat operatornya memiliki jangkauan pandang yang luas.
- f. Semua unit ATT terhubung ke sistem operasi terminal menggunakan Vehicle Monitoring Trucking System (VMT) sehingga job order bisa langsung dilihat dalam kabin saat operator bekerja.
- g. Desain chassis yang menggunakan model Delta, mengurangi kemungkinan terjadinya defleksi (bengkok) chassis.

Sumber : majalahdermaga.com

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Metodologi tugas akhir merupakan urutan sistematis tahapan pengerjaan tugas akhir yang dilakukan sejak dimulainya pengerjaan hingga akhir. Penulisan tugas akhir ini bersifat penelitian sehingga dibutuhkan data-data riil untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Metodologi yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini secara umum dimulai dengan identifikasi permasalahan, penentuan kapal yang akan digunakan sebagai objek penelitian, studi literature, pengumpulan data, analisa teknis dan ekonomis Automatic Stacking Crane, membandingkan dengan sistem Rubber Tyred Gantry Crane bertenaga diesel, analisa pembahasan, evaluasi, dan diakhiri kesimpulan dan saran.

#### **3.2 Identifikasi dan Perumusan masalah**

Merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam melakukan penelitian sehingga diketahui masalah apa yang akan diangkat. Dalam penulisan tugas akhir ini permasalahan yang diambil adalah sistem penumpukan crane di pelabuhan yang lebih ramah lingkungan dan serba otomatis dengan fokus masalah pada efisiensi dan biaya yang akan dikeluarkan dalam merencanakan sistem penumpukan crane tersebut.

#### **3.3 Studi Pustaka**

Pada tahapan ini dilakukan pembelajaran terhadap teori-teori yang mendukung penelitian dan akan dibahas dalam penulisan tugas akhir. Teori yang dimaksud terkait peralatan penumpukan crane di pelabuhan, keselamatan kerja, dan emisi gas buang

peralatan mesin di pelabuhan. Sumber yang digunakan sebagai acuan dapat berasal dari buku, jurnal, paper dan Internet.

### **3.4 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini sehingga dibutuhkan studi lapangan dalam pengumpulan data. Adapun jenis data yang akan dikumpulkan pada tahap ini antara lain :

1. Data spesifikasi Automatic Stacking Crane
2. Data spesifikasi Rubber Tyred Gantry Crane
3. Biaya investasi dan operasional

### **3.5 Analisa Teknis**

Pada tahapan ini akan dibahas tentang analisa secara teknis peralatan Automatic Stacking Crane dan operasionalnya, adapun yang akan dianalisa adalah:

1. Lokasi
2. Komponen
3. Kebutuhan dan transmisi daya
4. Kontrol Crane

### **3.6 Analisa Ekonomis**

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan biaya investasi dan operasional pada Automatic Stacking Crane. Sehingga diketahui perkiraan biaya instalasi Automatic Stacking Crane ini pada pelabuhan. Adapun biaya-biaya yang akan dihitung adalah:

1. Biaya operator
2. Biaya operasional

3. Biaya pemeliharaan
4. Biaya pengeluaran
5. Biaya pemasukan
6. Biaya pengadaan
7. Pay back/pelunasan
8. Aliran kas

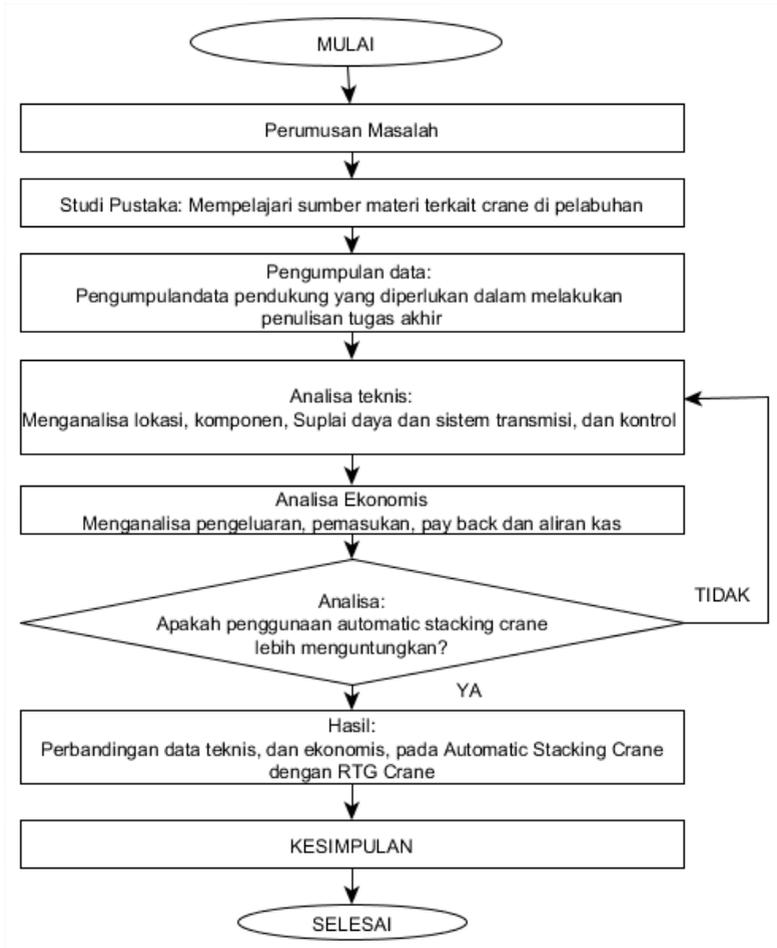
### **3.7 Analisa dan Pembahasan**

Untuk mengetahui keuntungan dan kerugian penggunaan alat Automatic Stacking Crane maka dilakukan analisa dan pembahasan berupa perbandingan data terhadap penggunaan Rubber Tyred Gantry Crane bertenaga diesel.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Setelah dilakukan proses analisa dan pembahasan, selanjutnya menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Kesimpulan berdasarkan dari hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan. Selanjutnya adalah memberikan saran-saran yang diberikan sebagai masukan dan bahan pertimbangan pihak yang berkaitan untuk melakukan analisa lebih lanjut.

### 3.9 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

## **BAB IV**

### **ANALISA DATA**

Automatic Stacking crane di PT. Terminal Teluk Lamong Pelindo III merupakan yang pertama di Indonesia. Di perlukan perencanaan yang matang dalam instalasi Automatic Stacking Crane di setiap pelabuhan yang menerapkannya. Dalam hal ini PT. Terminal Teluk Lamong mempersiapkan perencanaan instalasi Automatic Stacking Crane seperti, perencanaan lokasi, kelistrikan, control, kebutuhan daya, peralatan pendukung dan lain-lain. Pada bab ini akan dibahas teknis dan ekonomis Automatic Stacking Crane yang nantinya akan dibandingkan dengan penggunaan RTG tenaga diesel.

#### **4.1 Lokasi**

Dalam rencana pengadaan crane di setiap pelabuhan terlebih dahulu merencanakan lokasi crane ditempatkan. Lokasi akan menentukan bangunan lain yang harus berdiri disekitarnya.

##### **4.1.1 Lokasi Automatic Stacking Crane**

Gambar 4.1 merupakan layout lokasi Automatic Stacking Crane di PT. Terminal Teluk Lamong dimana lokasinya berada sekitar 100 m dari pintu masuk pelabuhan, berada di dekat workshop dan house control, memiliki 6 jalur ASC dan setiap jalur memiliki 2 ASC, namun saat ini PT. Terminal Teluk Lamong masih mengoperasikan 5 jalur 10 ASC. Di dekat lokasi crane terdapat juga cubicle power dari PLN sebagai supply daya listrik ke crane.



Gambar 4.1 Layout lokasi ASC (Automatic Stacking Crane)  
(Sumber: PT.Terminal Teluk Lamong)

#### **4.1.2 Lokasi Rubber Tyred Gantry Crane**

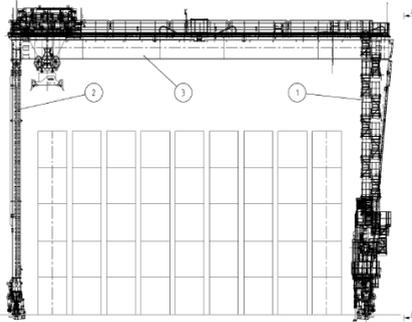
Tidak ada lokasi spesifik untuk RTG crane karena RTG crane di control oleh operator disetiap crane nya dan mendapatkan supply daya listrik dari geneator di setiap crane nya.

### **4.2 Komponen**

Analisa komponen crane diperlukan untuk melihat perbedaan komponen, bentuk, dan dimensi yang nantinya bisa membedakan peralatan pendukung, bentuk lokasi dan informasi visual untuk kebutuhan perawatan.

#### **4.2.1 Komponen Automatic Stacking Crane**

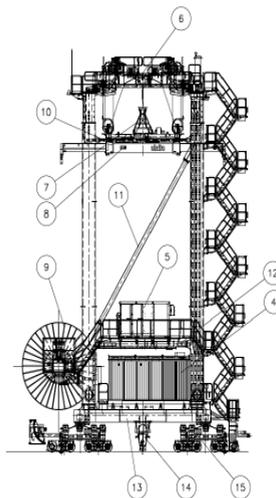
Pada Automatic Stacking Crane didapatkan perbedaan komponen pendukung dengan Rubber Tyred Gantry crane, adapun komponen-komponen Automatic Stacking Crane adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Tampak depan ASC  
(Sumber: PT. Terminal Teluk Lamong)

Pada gambar 4.2 adalah tampak depan dari sebuah ASC dimana pada gambar dapat terlihat beberapa bagian yaitu:

1. Fixed leg and main stairway
2. Hinged leg
3. Main girder



Gambar 4.3 Tampak samping ASC  
(Sumber: PT. Terminal Teluk Lamong)

Pada gambar 4.3 adalah tampak samping dari sebuah ASC dimana pada gambar dapat terlihat beberapa bagian yaitu:

4. Electric room
5. Transformer room
6. Trolley
7. Headblock
8. Spreader
9. Cable reel
10. Horizontal rod
11. Diagonal
12. Horizontal frame
13. Sillibeam
14. Storm locking pin
15. Bogies

#### **4.2.2 Komponen Rubber Tyred Gantry Crane**

Adapun komponen dari pada RTG Crane seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2.

Secara konstruksi dan bentuk ASC dan RTG tidaklah ada bedanya, tetapi pada bagian komponen dapat kita lihat perbedaan, yaitu pada ASC terdapat komponen cable reel, electric room transformator room, dan bogies. Cable reel berfungsi sebagai tempat jalur gulungan kabel yang arusnya berasal dari PLN, electric room sebagai pusat sambungan kabel penghubung anatar PLN dengan ASC, transformator room berfungsi sebagai tempat trafo step down tegangan dan bogies sebaga roda besi crane agar bisa berjalan. Empat komponen tersebut sangatlah penting bagi ASC selain komponen lainnya, sedangkan RTG yang bertenaga diesel tidak memiliki 4 komponen tersebut melainkan memiliki generator room, operator room dan roda karet, 3 komponen itu tidak terdapat pada ASC. Perbedaan lainya terdapat pada jalur crane dimana ASC memiliki jalur rel besi yang sudah di pasang di

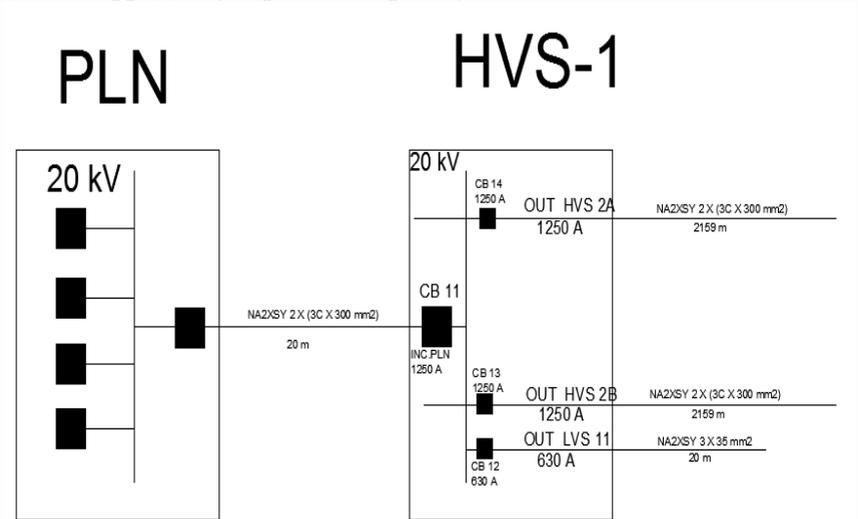
lokasi penumpukan sedangkan RTG sudah memiliki roda ban sendiri.

### 4.3 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik

Setiap crane memiliki kebutuhan daya listrik dalam pengoperasiannya, dibutuhkan analisa untuk mengetahui sistem supply daya listrik crane dimana suplai daya listrik RTG dan ASC sangatlah bebrbeda.

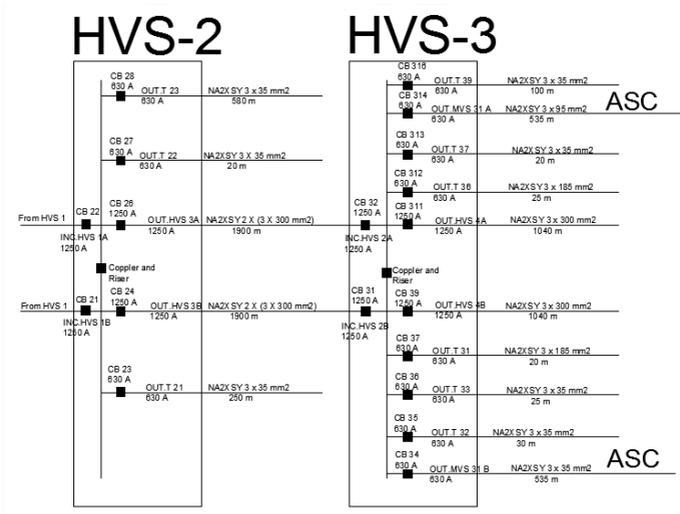
#### 4.3.1 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik ASC

Dalam pengoperasian ASC maka dibutuhkan pasokan daya listrik dari PLN. Adapun pada PT. Terminal Teluk Lamong memiliki system supply yang dapat dilihat pada gambar 4.4

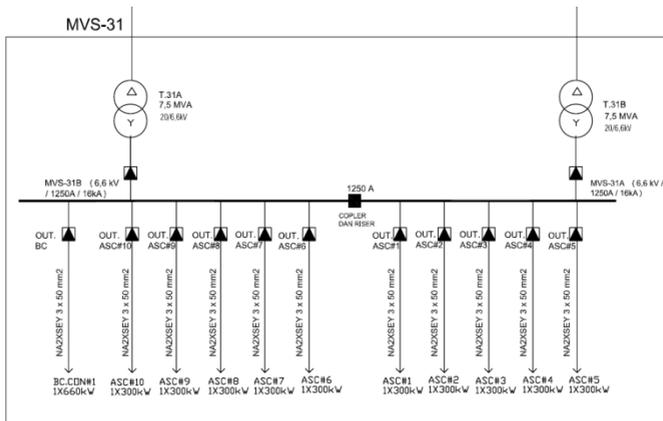


Gambar 4.4 Supply Listrik dari PLN ke HVS 1

Pada gambar 4.4 Supply daya yang masuk ke PT. Terminal Teluk Lamong adalah 20 kV (kilo volt), kemudian disalurkan ke HVS 1 dengan kabel NA2XY 2 x (3C x 300 mm<sup>2</sup>) dan memiliki arus 1250 ampere. Dari HVS 1 maka listrik akan masuk ke HVS 2

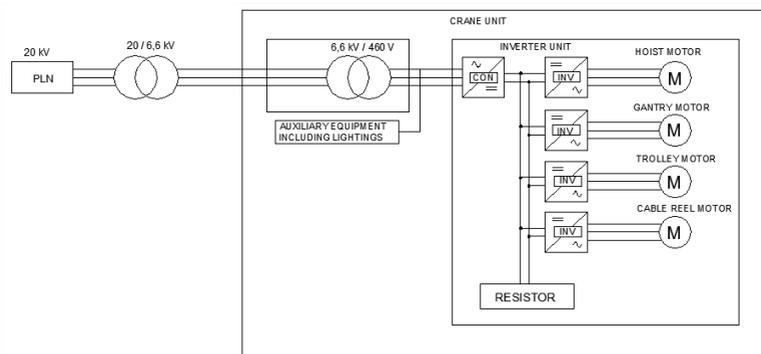


Gambar 4.5 Supply Listrik dari HVS 2 ke HVS 3  
 Setelah dari HVS 1 maka listrik akan disupply ke HVS 2 dan HVS 3, tegangan yang mengalir adalah 20 kV dengan arus 1250 ampere. Pada HVS 3 supply listrik akan dibagi-bagi lagi, salah satunya adalah untuk ASC dengan kabel NA2XYS 3 x 95 mm<sup>2</sup>.



Gambar 4.6 Rangkaian supply daya pada ASC

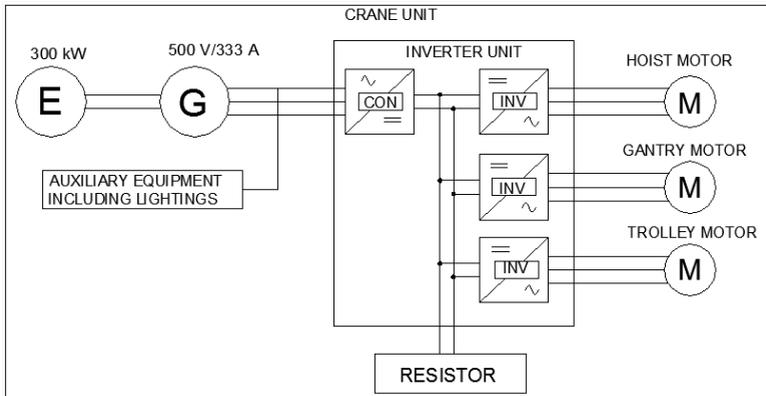
Untuk supply daya pada Automatic Stacking Crane yang dimana pada hal ini disupply dari PLN, PT Terminal Teluk Lamong menginput daya sebesar 20 kV/1250 A. Daya yang masuk itu kemudian dibagi lagi untuk berbagai fasilitas di pelabuhan. Pada ASC daya 20 kV yang masuk akan di step down oleh trafo. Daya yang diturunkan itu menjadi 6,6 kV/1250 A. Daya 6,6 kV tersebut masuk di bagian Electrical room pada bagian ASC, kemudian masuk lagi ke trafo ASC untuk di step down sesuai kebutuhan daya motor hoisting, trolley, dan gantry.



Gambar 4.7 Single line diagram ASC

#### 4.3.2 Supply dan Kebutuhan Daya Listrik RTG

Pada RTG Crane daya listrik disupply dari mesin diesel yang berada pada setiap RTG Crane dan dihubungkan dengan generator yang akan menghasilkan listrik. Maka single diagram dari rangkaian supply daya RTG adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Single line diagram RTG Crane

RTG crane tidak membutuhkan daya darip PLN dengan dukungan cubicle power seperti ASC. Maka bisa dikatakan sistem supply daya RTG lebih sederhana dari pada ASC

#### 4.4 Control Crane

Setiap crane membutuhkan dukungan kontrol, baik secara manual maupun otomatis. Kontrol ASC dan RTG sangatlah berbeda, maka diperlukan analisa perbedaan dan pengoperasian control tersebut

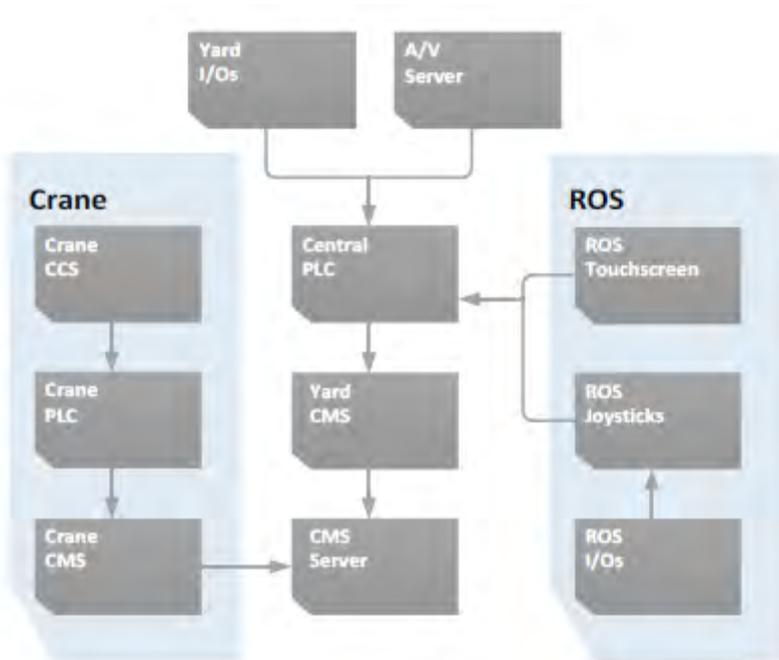
##### 4.4.1 Control Crane ASC

Sebagai crane yang full automatic, control ASC crane membutuhkan banyak komponen dan sistem, semuluruh komponen akan bekerja dalam beberapa sistem yang saling terhubung.

##### 4.4.1.1 Crane Management System

Crane Management System (CMS) bekerja untuk menganalisa dan mendapatkan data dari hasil operasional crane. Dalam aplikasinya CMS akan terbagi 3, yaitu Crane CMS, Yard CMS,

CMS Server. Crane CMS mendapatkan data dari crane melalui Crane PLC. Yard CMS mendapatkan data dari lapangan, ROS (Remote Operation System), kemudian system PLC pusat. CMS server mendapatkan data dari Crane CMS dan Yard CMS. Semua CMS akan ditampilkan berupa hasil monitoring dalam bentuk animasi di tampilan layar, dan juga berbentuk tabel angka dan grafik.



Gambar 4.9. Diagram Management System

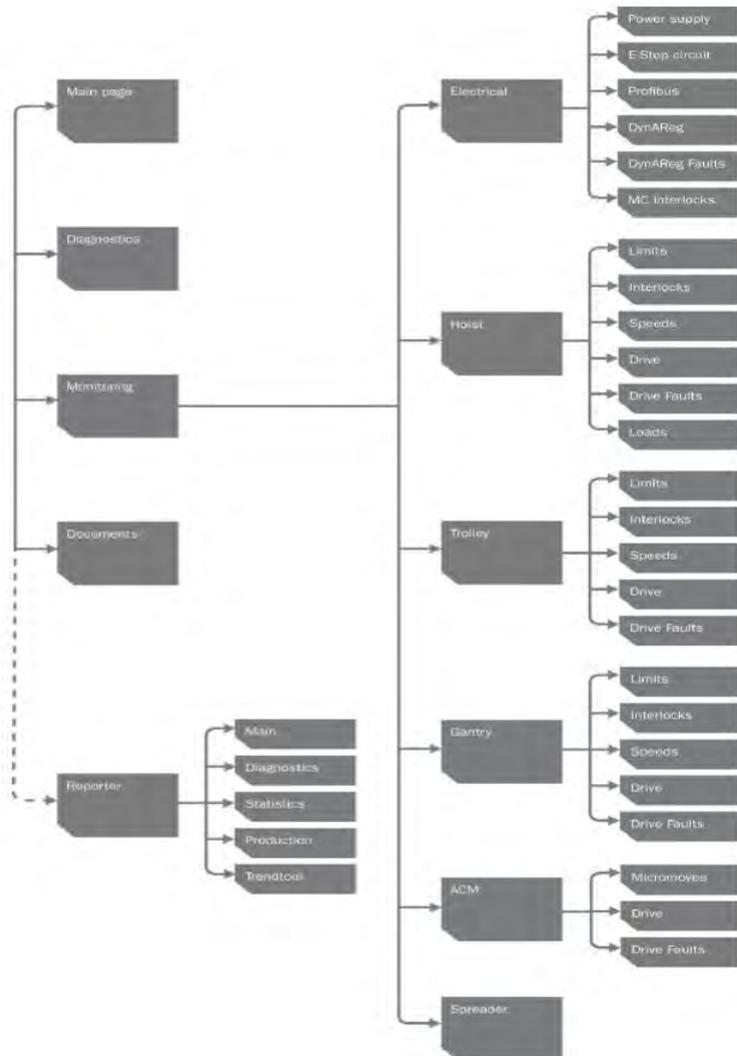
#### 4.4.1.2 Operasional control crane

Crane CMS adalah kumpulan data yang diambil dari crane dengan cepat dari pengukuran rata-rata. Crane CMS menyimpan data local hard disk yang telah disediakan. Ketika penyimpanan sudah penuh, data lama akan dihapus dan data baru akan disimpan.

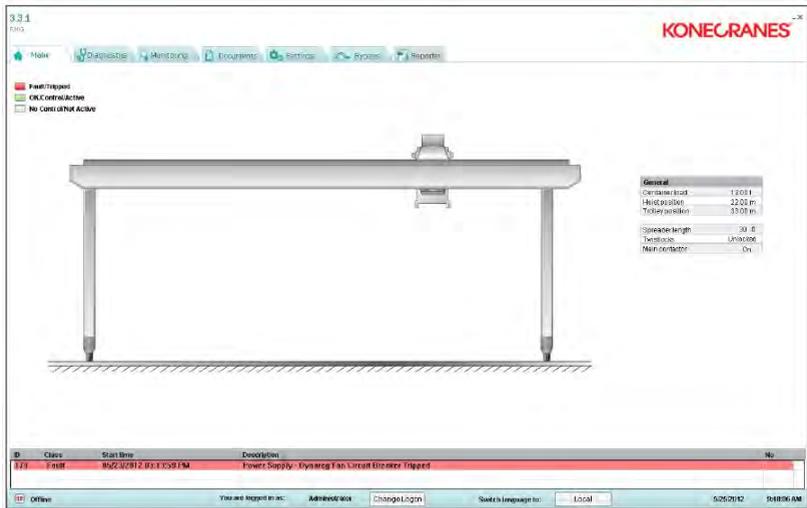
Tampilan dari Crane CMS berisi tentang beberapa tab monitoring. Tab-tab tersebut adalah, Main, Diagnostic, Monitoring, Document. Monitoring memperlihatkan secara detail status pergerakan crane setia mikro perpindahan, pergerakan spreader, dan sistem electrical. Document berisi instruksi bila digunakan secara manual

Crane CMS juga menampilkan data secara grafik. System akan menghitung statistic yang didapat dari database.

Laporan dibuat dalam bentuk gambar diagram dan tabel. Laporan analisa berisi informasi alarm, kegagalan, dan error. Laporan statistik berisi data penggunaan crane setiap jamnya. Laporan produksi berisi data perpindahan container.

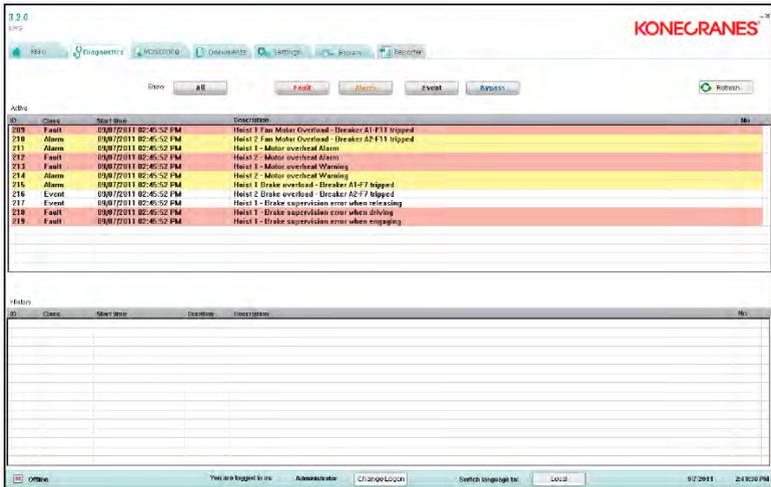


Gambar 4.10. Diagram Crane CMS



Gambar 4.11 Tampilan Tab Utama

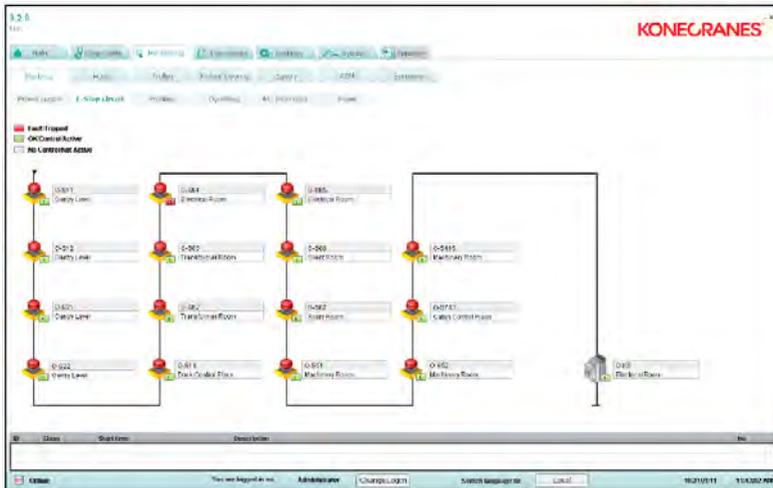
Tab utama akan menampilkan keseluruhan status daripada Automated Rail Mounted Gantry (ARMG) Crane. Dipresentasikan dengan animasi: perpindahan trolley dan hoist dengan atau tanpa container. Pada tabel general akan menghitung beban, posisi crane dan spreader. Di bawah tampilan layar akan terlihat informasi tentang pekerjaan, kegagalan dan error. Bar paling bawah akan menampilkan status koneksi (online, offline), tingkatan akses penggunaan, pengaturan bahasa, tanggal dan waktu.



Gambar 4.12 Tampilan tab diagnostic Diagnostic menampilkan status aktif dari riwayat kegagalan, alarm, dan error.

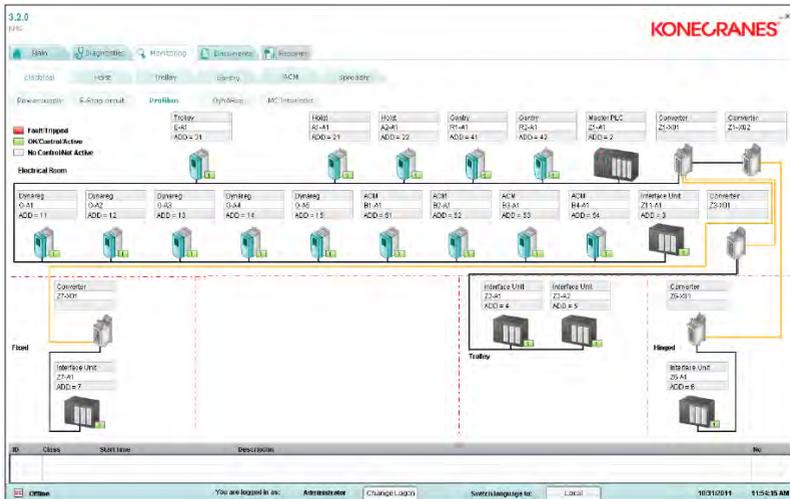


4.13 Tampilan tab power supply Power Supply tab menampilkan status dari supply daya ke breakers dan contactor



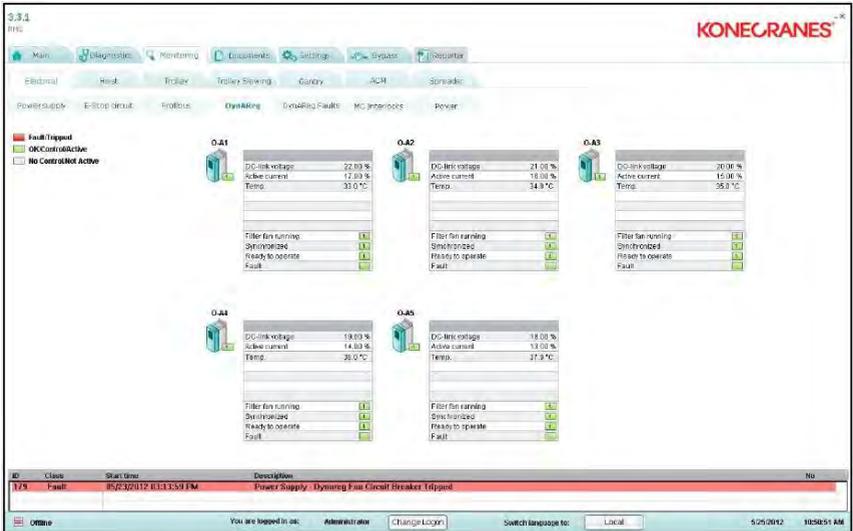
Gambar 4.14 Tampilan tab E-Stop Circuit

E-Stop circuit tab menampilkan status dari emergency stop circuit.

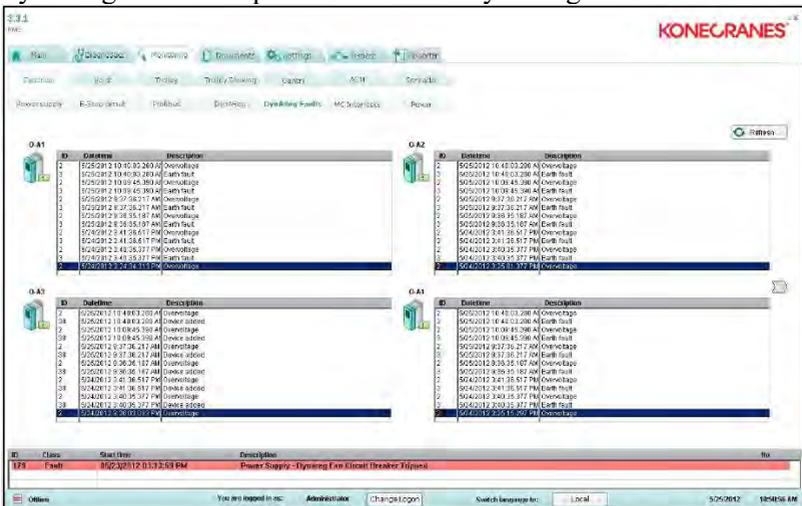


4.15 Tampilan tab profilbus

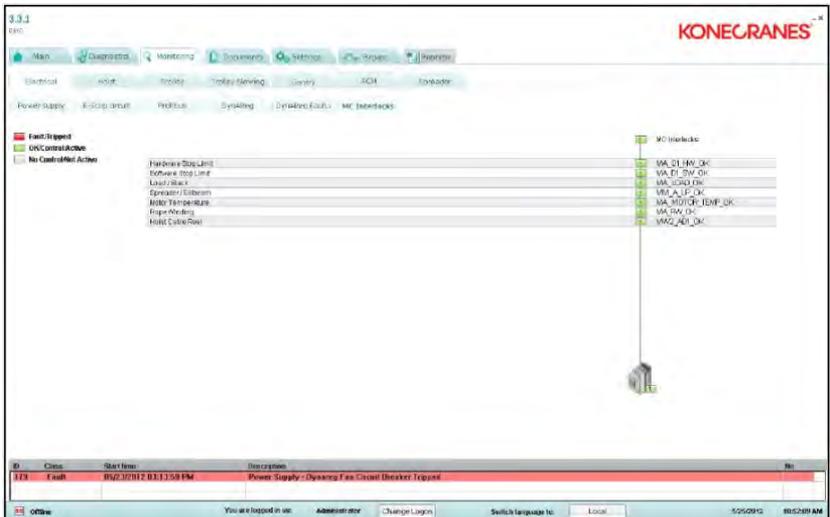
Profibus tab menampilkan status dari hubungan profibus ke tiap komponen



Gambar 4.15 Tampilan tab DynAREg  
DynAREg tab menampilkan status dari DynAREg drives



Gambar 4.16 Tampilan tab DynAREg fault  
DnAREg Fault tab menampilkan status kegagalan dari pada DnAREg drives



Gambar 4.17 Tampilan tab MC Interlock  
MC Interlock tab menampilkan status Circuit interlocks utama

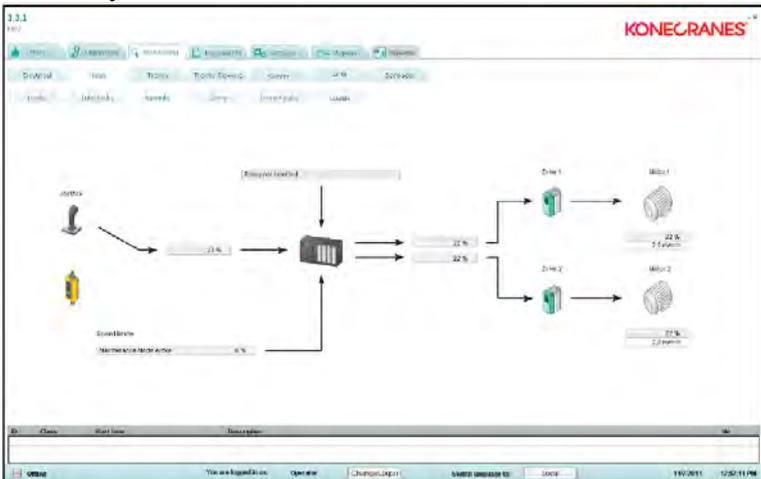


Gambar 4.18 Tampilan tab limit  
Limit tab berisi tentang pergerakan utama crane yaitu, hoist, trolley, gantry.



Gambar 4.19 Tampilan tab Interlocks

Interlocks tab berisi tentang hubungan motor-motor hoist, gantry, dan trolley



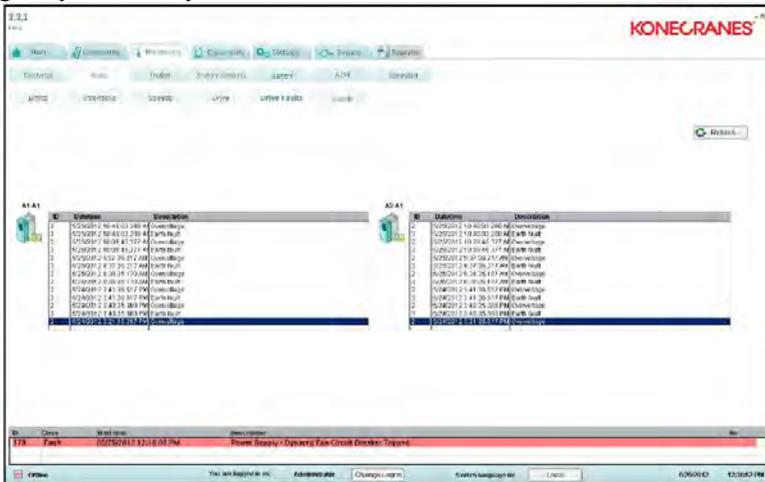
Gambar 4.20 Tampilan tab speed

Speed tab menampilkan kecepatan crane saat hoist, gantry, dan trolley



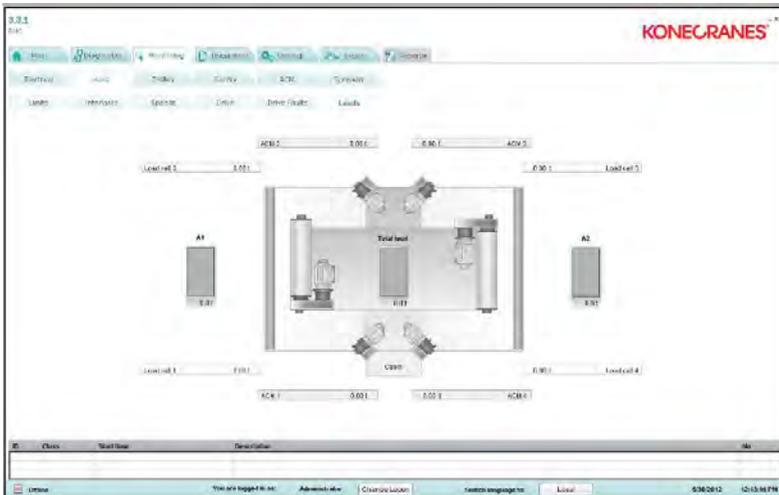
Gambar 4.21 Tampilan tab ACM

ACM tab sama seperti drive tab, menampilkan pergerakan hoist, gantry dan trolley



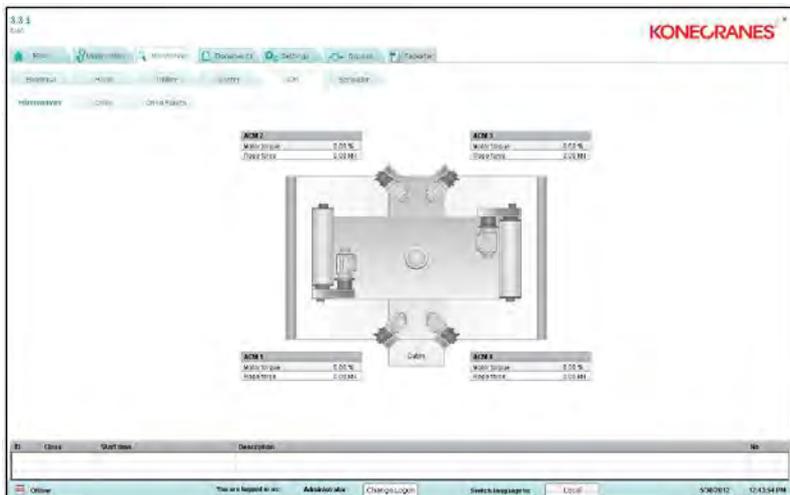
Gambar 4.22 Tampilan tab Drive fault

ACM tab juga menampilkan Drive Fault tab, yang menganalisa kegagalan sistem saat hoist, gantry, dan trolley.



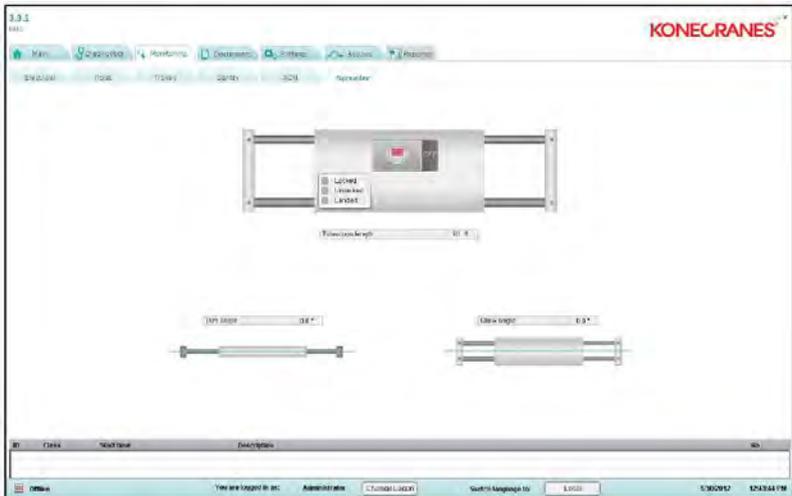
Gambar 4.23 Tampilan tab hoist

Hoist tab juga adalah Load tab, yang menampilkan total beban pada hoist

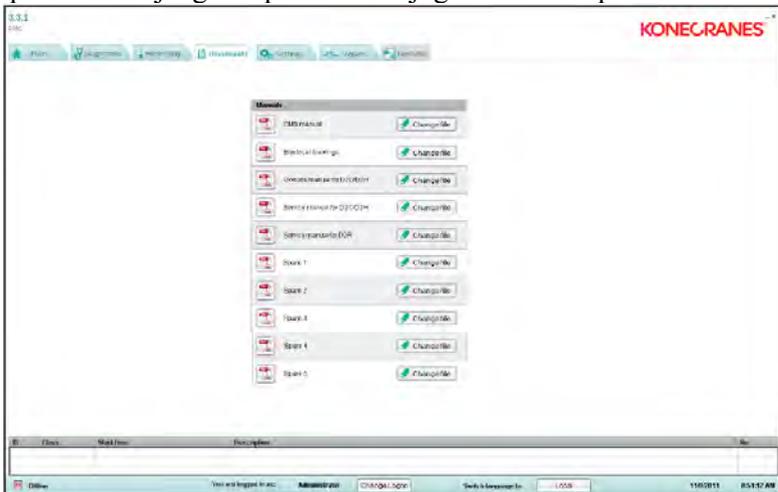


Gambar 4.24 Tampilan tab micromoves

ACM tab juga adalah micromoves tab, yang menampilkan torsi motor saat hoist

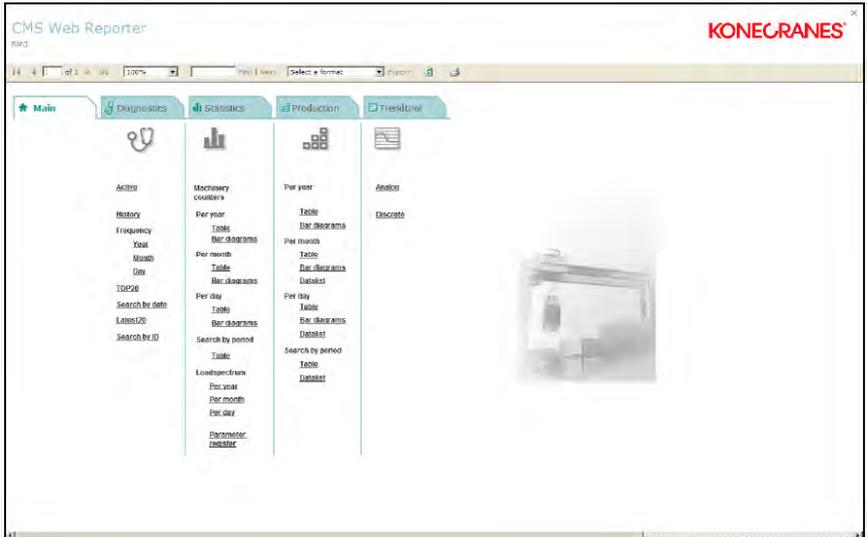


Gambar 4.25 Tampilan tab spreader  
 Spreader tab menampilkan status sudut kunci dan pergerakan spreader. Panjang dan posisi sudut juga akan ditampilkan.



Gambar 4.26 Tampilan tab document  
 Document tab berisi intruksi penggunaan manual yang berbentuk pdf

Crane CMS mempunyai web reporter yang mana documentnya dapat di cetak/print dari informasi database. Informasi operasi berisi tentang tabel produksi



Gambar 4.27 Tampilan tab reporter

Reperter tab berisi tentang

- main
- Diagnostic
- Statistic
- Production
- Trendtool

The screenshot shows the 'Diagnostic' tab in the CMS Web Reporter interface. The interface includes a navigation menu with 'Main', 'Diagnostics', 'Statistics', 'Production', and 'Trendtool'. The 'Diagnostics' tab is active, displaying a table of error events. The table has columns for 'Count', 'ID', 'Class', 'Description', and 'No'. The data is filtered for the year 2011 and month 11. The table lists various error events such as 'Fault', 'Event', and 'Warning' with their respective descriptions and counts.

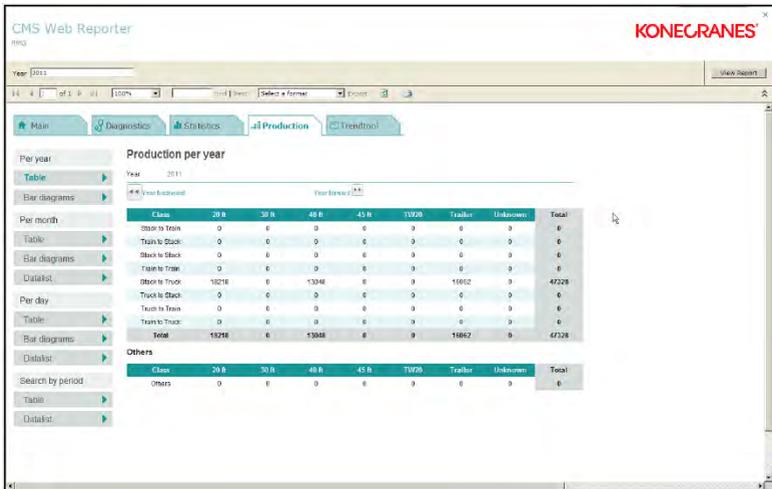
Count	ID	Class	Description	No
1	954	Fault	RM	
1	802	Fault	ACM_Drive 2 not Ready	
1	553	Fault	ACM_Drive 4 not Ready	
1	000	Event	RM	
1	300	Event	Trolley Main Drive Right Rear Gate Not Ready	
1	400	Fault	Carry Hoist Linc. Drive Not Ready	
1	403	Fault	Carry Hoist Linc. Drive Fault	
1	553	Event	Trolley Main Drive Right Front Gate Not Ready	
1	300	Fault	Trolley Drive Not Ready	
1	001	Warning	RM	
1	554	Fault	ACM_Drive 1 Fault	
1	401	Fault	Carry Hoist Linc. Drive Not Ready	
1	501	Fault	ACM_Drive 2 not Ready	
1	301	Fault	Trolley Drive Fault	
1	404	Fault	RM	
1	402	Fault	Carry Hoist Linc. Drive Fault	

Gambar 4.28 Tampilan tab diagnostic  
Crane CMS web reporter, diagnostic tab  
Diagnostic tab membuat laporan dari, error, kegagalan, alarm.

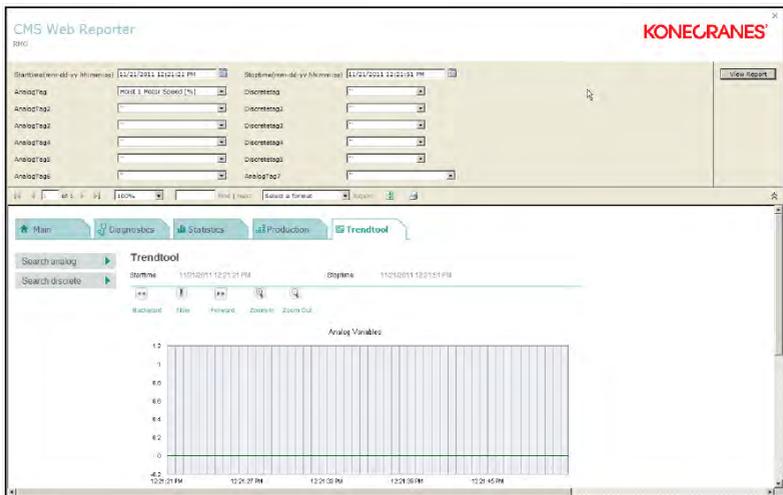
The screenshot shows the 'Statistics' tab in the CMS Web Reporter interface. The interface includes a navigation menu with 'Main', 'Diagnostics', 'Statistics', 'Production', and 'Trendtool'. The 'Statistics' tab is active, displaying a table of machinery counters. The table has columns for 'Machinery', 'Days/Start/End', 'Starts', and 'Search'. The data is filtered for the year 2011 and month 11. The table lists various machinery types such as 'Hoist', 'Trolley', 'Carry', 'ACM', 'Carry Hoist', 'Sprocket', and 'Crane' with their respective start and end dates, start counts, and search counts.

Machinery	Days/Start/End	Starts	Search
Hoist1	82.4	1218390	8
Hoist2	85.1	509089	
Trolley	82.5	204889	
Carry1	85.1	920440	
Carry2	81.1	79273	
ACM1	85.1	9630	
ACM2	83	147987	
ACM3	82	188128	
ACM4	83.5	167346	
Sprocket	82.2	147170	
Crane	85	148578	

Gambar 4.29 Tampilan tab statistic  
Statistic tab berisi tentang perhitungan waktu kerja dan jumlah start.



Gambar 4.29 Tampilan tab production  
Production tab menampilkan laporan produksi dalam form yang berbeda.



Gambar 4.30 Tampilan tab trendtool  
Trendtool tab membuat laporan menggunakan analog dari beberapa variable dari sampel yang didapatkan dari database

### Yard CMS

Yard CMS adalah kumpulan data yang didapatkan dari area crane, ROS (Remote Operation System) dan A/V System. Yard CMS berisi data crane di local hardisk. Yard CMS akan memonitoring dan mengecek data komponen yang ada di area crane.

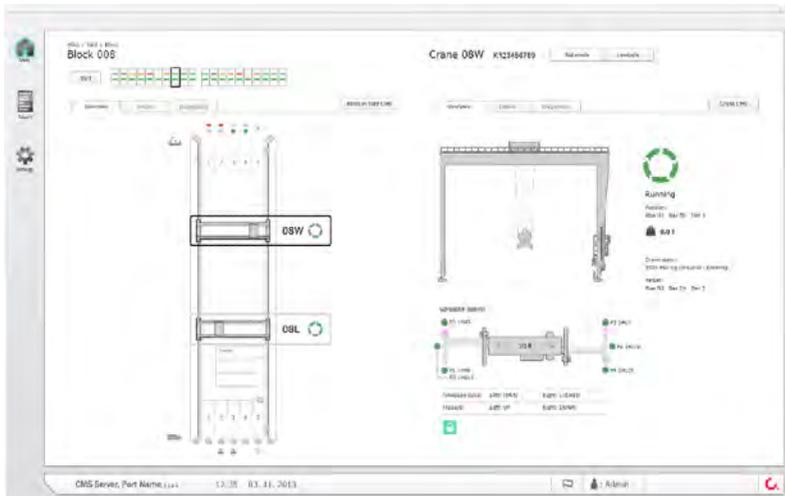
### CMS Server

CMS Server berisi data dari Crane CMS dan Yard CMS. Data ini ditampilkan dengan satu tampilan berisi monitoring dan hubungan antar komponen, Termasuk juga, data area, blok area dan tampilan crane.



Gambar 4.31 Tampilan tab yard

Tampilan Yard menunjukkan status keseluruhan ARMG yard. Di tengah layar, status dan posisi gantry ditampilkan dengan grafik. Di bawah layar akan menampilkan status Remote Operation System Station dan servernya.



Gambar 4.32 Tampilan tab crane views  
CMS Server Block and Crane views.

### Software

Fungsi dari CMS adalah menghasilkan dua modul, yaitu monitoring dan reporting. Monitoring berisi informasi dan diimplementasikan melalui software SCADA. Reporting berisi tentang laporan yang diimplementasikan dengan aplikasi web Explorer environment. Kedua modul datanya didapatkan dari database. CMS bisa berjalan pada Windows XP Professional operating system

Adapun software lainnya adalah:

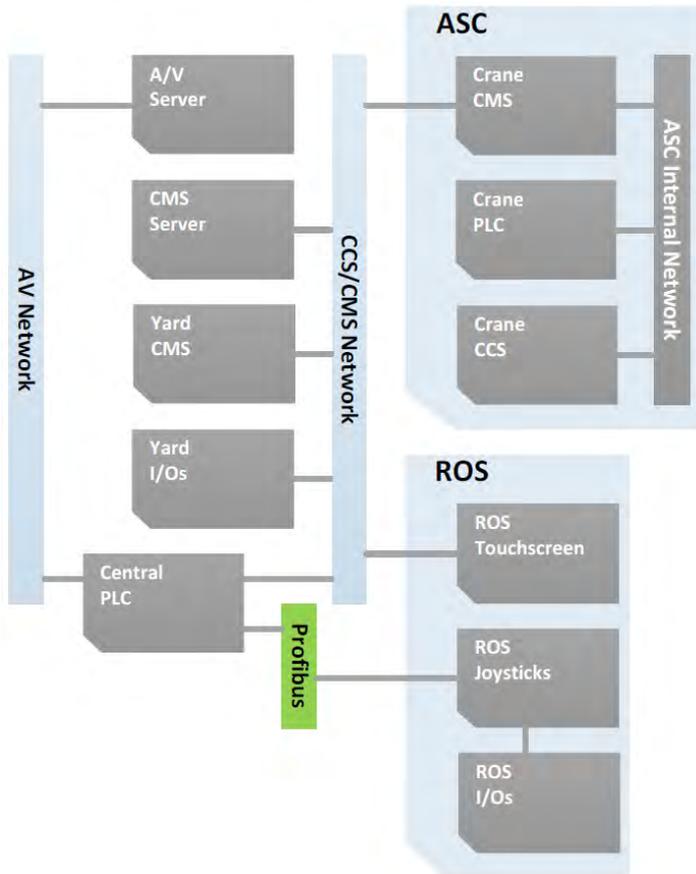
Remote connection : Ultra VNC

User manuals : Adobe Acrobat reader

Konecranes inverter tool: NC Drive D2V inverter PC tool

Also on the CMS PC Proface panel transfer tool.

## Konektifitas



Gambar 4.33 Diagram CMS operation

Data analisa Crane CMS berasal dari Crane PLC oleh TCP/IP Connection yang ditruskan dari Control Crane System  
 Data analisa Yard CMS didapatkan dari Central PLC oleh TCP/IP Connection. Ini termasuk data Yard I/Os dan komponen ROS.

#### 4.4.1.3 Hardware CMS

##### CMS SERVER

Dalam operasi CMS juga membutuhkan perangkat keras/hardware. Server hardware menggunakan HP DL380G7 X5660

Adapun spesifikasi servernya adalah:

- 10 GB RAM
- 500 GB free disk space
- MS windows server 2008 R2 on newer
- MS SQL

##### YARD CMS

Hardware yang ada pada Yard CMS adalah

- Industrial PC with UPS
- Intel Core 2 Duo 2.0 GHz CPU
- 2 GB DDR2 RAM
- 2.25' 80GB HD
- 2 GB Compact Flash (card type I)
- MS Windows XP professional
- Wonderware HMI
- MS SQL2005 (included in Wonderware HMI)
- 24V 10A power supply
- 3.4 Ah Battery
- 19" wide screen monitor with 1440 x 900 resolution
- Standart keyboard and mouse

##### Crane CMS

- Industrial PC with UPS
- Intel Core 2 Duo 2.0 GHz CPU
- 2 GB DDR2 RAM
- 2.25' 80GB HD
- 2 GB Compact Flash (card type I)
- MS Windows XP professional
- Wonderware HMI

- MS SQL2005 (included in Wonderware HMI)
- 24V 10A power supply
- 3.4 Ah Battery
- 19" wide screen monitor with 1440 x 900 resolution
- Standart keyboard and mouse

#### **4.4.1.4 Crane Control System (CCS)**

Crane Control System (CCS) adalah inti dari platform otomatisasi. Setiap ARMG memiliki CCS sendiri untuk mengontrol gerakannya.

CCS menerima instruksi kerja dari Crane Task Management System (CTMS) dan membawa perintah keluar. Setiap instruksi kerja berisi informasi tentang bagian yang akan dipindahkan.

CCS menerima Informasi dari sensor-sensor yang ada, baik secara langsung atau melalui crane PLC, sehingga dapat menemukan posisi dari gantry, troli dan hoist dan mengendalikan gerakannya. Hal ini juga menempatkan posisi kontainer sesuai yang diinginkan.

Setelah menerima instruction pekerjaan, CCS mengkomunikasikan perintah kontrol ke Crane PLC untuk memindahkan crane ke posisi target yang ditunjukkan dalam instruksi pekerjaan. Ketika crane sudah mencapai posisi target, CCS menempatkan target dalam tumpukan. Crane mengangkatnya dan menempatkan crane lainnya di atasnya. Selain mengontrol gerakan crane, CCS juga memantau pergerakan crane dan melaporkan status dengan TOS melalui CCS Task Manajemen database.

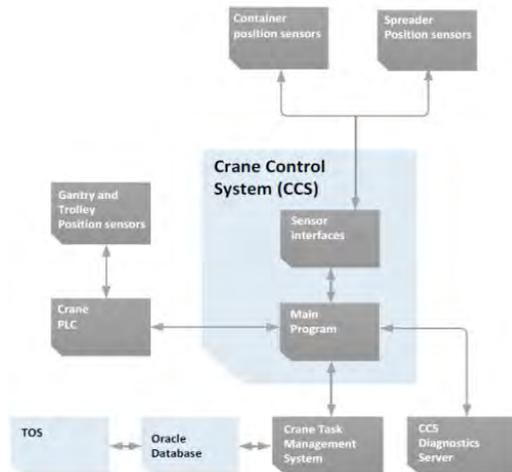
Dalam TOS operasi normal memulai perintah kerja dan CTMS yang mengelola eksekusinya, namun instruksi pekerjaan tidak selalu harus oleh TOS. Sebagai contoh. jika TOS sementara dalam keadaan mati, atau jika instruksi pekerjaan di pindah ke crane manual. CTMS bisa langsung digunakan untuk memberikan instruksi kepada CCS. Oleh karena itu, CCS terhadap CTMS tidak tergantung pada TOS.

Kinerja dan fungsi CCS terus diukur dengan menggunakan server CCS Diagnostics. Komputer CCS mengirim Informasi statistik mengenai status sistem, peristiwa dan kinerja dianalisa oleh CCS. Diagnostik CCS Server menyimpan data untuk tujuan pemecahan masalah. CCS Diagnostik Server ini terutama ditujukan untuk Konecranes penggunaan internal terutama selama komisioning sistem. Server CCS Diagnostik hanya digunakan untuk memonitor sistem

#### **4.4.1.5 General Layout CCS**

Gambar 1. di bawah ini menyajikan sistem tata letak umum dari operasi Crane Control System (CCS). Program utama dari CCS berkomunikasi langsung dengan Crane PLC. Ini menerima posisi gantry dan trolley bersama dengan berbagai jenis informasi status crane. misalnya keadaan twistlocks, dari PLC dan sinyal kontrol bekerja untuk memindahkan crane.

Posisi container dan posisi crane membutuhkan pengolahan yang lebih intensif. Itu sebabnya harus terhubung ke CCS. Di sisi lain, diperlukan untuk keamanan crane dan itulah mengapa langsung terhubung ke derek PLC.



Gambar 4.34 Layout CCS

#### 4.4.1.6 Responsibilities

Dari sudut pandang fungsional, Crane Control System (CCS) memiliki berikut responsibilities utama:

##### a. Travel Control

Ketika travel control aktif, CCS secara otomatis mendorong gantry dan trolley ke target tujuan yang ditunjukkan dalam instruksi kerja. Travel control mengurus gantry atau trolley yang akan masuk ke area terbatas, baik itu area perpindahan, daerah reefer atau kendala-kendala yang terjadi, dan merencanakan rute di sekitar crane bila memungkinkan.

##### b. Pengukuran posisi container

Setiap kali gantry dan trolley tidak bergerak, CCS terus mengukur posisi container di bawahnya dalam hal bentangannya, atau jika tidak ada container yang diharapkan, memastikan daerah dalam keadaan kosong. Pada saat container mendarat dalam tumpukan, modul posisi kontainer menghitung perkiraan untuk akurasi

penyusunan. Kontainer dapat dilepaskan spreader hanya ketika akurasi diukur dalam batas yang telah ditentukan.

c. Pengukuran posisi spreader

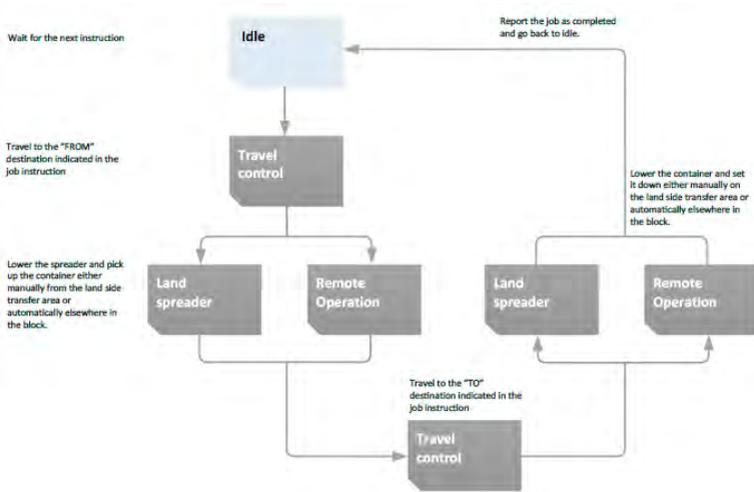
CCS terus membaca data dari sensor posisi spreader dan menghitung posisi spreader yang tepat berdasarkan data. Posisi spreader digunakan untuk menetapkan container di tingkat dasar, dan untuk memastikan akurasi, yaitu bahwa container ditetapkan turun cukup dekat dengan pusat lokasi dipetakan dari slot atau daerah penumpukan.

d. Land Spreader

fungsi land spreader adalah menurunkan spreader dan mengontrol spreader dengan gerakan mikro sehingga spreader atau container akan mendarat secara akurat pada daerah yang ditunjuk dalam penumpukan. Modul land spreader juga mengontrol tindakan twistlocks, dan rilis atau mengunci container oleh spreader.

e. Crane to Crane Anti-collision

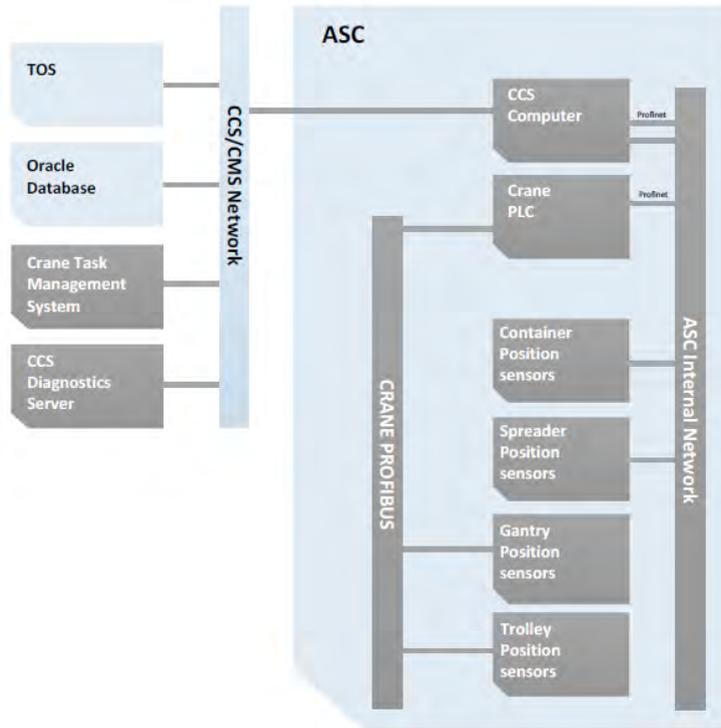
Setiap program utama CCS berkomunikasi dengan program utama CCS dari crane di sebelahnya. Crane menggunakan informasi ini untuk membatasi kecepatan mereka untuk menghindari tabrakan antar crane. Crane PLC memiliki sensor yang terhubung secara khusus yang dimaksudkan untuk mencegah tabrakan dan bukan bagian dari CCS.



Gambar 4.35 Crane to crane Anti-collision

#### 4.4.1.7 Jaringan komunikasi CCS

Gambar 4.34 menyajikan arsitektur jaringan komunikasi dan komponen fisik Crane Control System (CCS). CCS adalah PC industri. Hal ini terhubung ke dua jaringan yang berbeda: ke jaringan internal crane dan ke jaringan lapangan yang lebih luas. Garis-garis horisontal dalam ilustrasi tersebut merupakan koneksi Ethernet standar, dengan koneksi PROFINET ditandai secara terpisah.



Gambar 4.36 Jaringan komunikasi CCS

CCS terhubung ke berbagai sensor posisi melalui ASC internal jaringan yang dimana jaringan internal juga digunakan untuk komunikasi PROFINET. PROFINET dibangun di atas standard TCP dan memastikan komunikasi secara realtime. Crane PLC dan CCS berkomunikasi melalui komputer satu dengan menggunakan PROFINET lainnya.

PLC mendefinisikan dua blok data untuk komunikasi CCS: satu adalah untuk CCS untuk membaca, yang lain adalah untuk CCS untuk menulis. CCS dan PLC baik memantau data dalam blok data yang mereka baca. Jika data tidak berubah dalam interval yang ditentukan, pengawas communication memicu perintah

crane PLC untuk berhenti, dan CCS menetapkan semua permintaan kecepatan nol.

Gantry dan posisi trolley sensor berkomunikasi dengan crane PLC. PLC meneruskan informasi posisi ke CCS melalui interface PROFINET seperti dijelaskan di atas.

Sensor lain dan komputer CCS berkomunikasi satu sama lain melalui TCP / IP. CCS selalu memantau status soket TCP dan menghentikan semua gerakan jika sensor yang diperlukan tidak memberikan data.

CCS / network CMS memungkinkan komunikasi antara komputer CCS dan Crane Task Management System. TOS juga terhubung ke jaringan ini. CCS Diagnostik Server yang mengumpulkan informasi analisa pada CCS, juga terhubung ke jaringan CCS / CMS.

#### **4.4.1.8 Personal Komputer Crane Control System (CCS)**

Crane Control System (CCS) diimplementasikan pada arsitektur PC, memanfaatkan realtime yang sama platform Linux DAN Konecranes telah menggunakan secara luas dalam sistem otomatis menggabungkan ratusan crane. PC architecture telah dipilih karena kemampuan pengolahan datanya. Perangkat lunak CCS menggabungkan sistem canggih, perlengkapan algoritma Konecranes adalah .

##### **a. Sistem Operasi**

Sistem operasi Linux distribusi pelayaran, berdasarkan Debian 4.0. Hal ini dilucuti dari semua fitur asing, dan dimodifikasi untuk memenuhi persyaratan realtime kontrol gerakan ARMG, Sistem operasi mencakup server SSH yang memungkinkan akses remote ke komputer CCS. Perangkat lunak ini dapat dipantau dan diperbarui jarak jauh.

b. Prinsip CCS Arsitektur internal

CCS menggabungkan beberapa proses individu yang berjalan pada satu komputer. Mereka berkomunikasi satu sama lain menggunakan prinsip client server dan interface yang terdefinisi dengan baik. Ini mengisolasi komponen, mengurangi perawatan perangkat lunak dan meningkatkan testability.

CCS terdiri dari tiga bagian utama:

1. Program utama bertanggung jawab untuk menjalankan instruksi kerja dan komunikasi data kontrol untuk crane PLC. Program utama juga menjalankan algoritma yang mengubah data sensor menjadi informasi yang dapat digunakan, Bila diperlukan, program utama juga menyerukan bantuan operator operator atau pemeliharaan remote. Program utama berjalan pada komputer CCS.
2. Sensor Antarmuka berkomunikasi dengan sensor otomatisasi external dan mengirimkan informasi yang dihasilkan ke program utama. Beberapa sensor ini mungkin berkomunikasi secara langsung dengan program utama. Namun demikian, ada antarmuka yang jelas antara rutinitas utama dan terkait sensor, fungsi driver-level dan interpreter. Antarmuka sensor dijalankan pada komputer CCS.
3. CCS menerima pekerjaan otomatis dan bergerak instruksi dari Task Management (CTMS) software derek yang berjalan pada server dalam jaringan halaman. Sistem derek Tugas Manajemen antar muka dengan TOS menggunakan database SQL. Derek Tugas Manajemen update statusnya ARMG ke database dan menerima instruksi kerja dari database.

### c. Pemrograman dan Pedoman

Crane Control System (CCS) program yang ditulis menggunakan ANSI (C99 C / C ++ dan dikompilasi menggunakan GNU C / C ++ compiler.

Software QA dipastikan dengan menggunakan praktek-praktek yang baik Konecranes didefinisikan, yang meliputi diulas misalnya rekan, tes unit dan uji sistematis kasus.

#### 1. CCS Komputer

CCS computer yang dipasang di ruang listrik ARMG, adalah komputer industrial-grade dengan persyaratan minimum yaitu:

- 2 x 100 Mbps Network Interface
- Adaptor Profinet
- 1,6 GHz CPU
- 1 GB RAM
- Compact Flash Slot
- 4 x serial ports
- Fanless

#### 2. CCS Server

Pelabuhan harus menyediakan hardware untuk menjalankan server tervirtualisasi, Perangkat keras server akan menggunakan HP D1.38007 X5660 dengan kemampuan backup server yang berjalan pada mesin. Semua instalasi dan pemeliharaan hardware server harus disediakan oleh pelabuhan

#### 3. CCS Diagnostik Server

Server CCS Diagnostik akan berjalan di lingkungan virtual. Server harus mampu mengakses CCS / jaringan CMS. Lingkungan virtual harus memenuhi persyaratan minimum sebagai berikut;

- 2 core Hardware
- 8 GB RAM atau lebih
- Ruang disk 500 GB

- MS Windows Server 2008 atau yang lebih baru, 32-bit atau 64-bit

Server CCS Diagnostik akan berjalan dengan MySQL dan Apache web server yang diinstal oleh Konecranes,

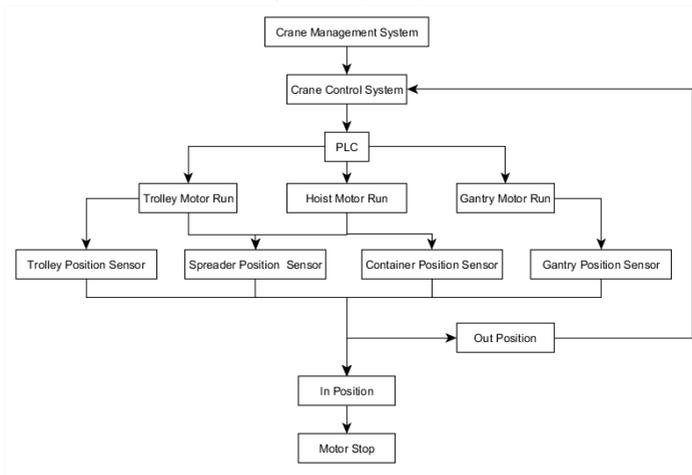
#### 62,2 CCS Task Management Server

CCS Task Management Server harus berjalan di lingkungan virtual. Server akan dapat mengakses jaringan CCS / CMS. Lingkungan virtual harus memenuhi persyaratan minimum yaitu;

- 2 core Hardware
- 10 G8 RAM atau lebih
- Ruang disk 500 GB
- MS Windows Server 2008 atau yang lebih baru, 32bit atau 64bit

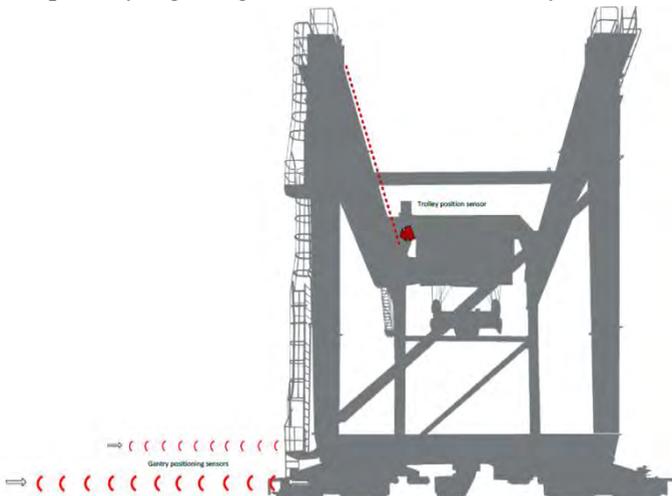
#### 4.4.1.9 Posisi sensor

Control Crane System (CCS) memiliki beberapa tipe sensor sebagai pengendali dari pada gerakan crane seperti gantry, trolley, spreader, dan lokasi container. Berikut adalah gambar diagram sistematis Control Crane System (CCS).



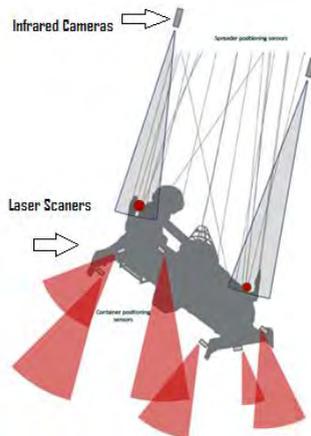
Gambar 4.37 Diagram Proses Crane System

- Gantry Position Sensors  
Gantry Position Sensor diukur oleh alat yang dinamakan Symeo radio distance sensor. Sensor tersebut dipasang disamping rangka. Sensor akan mengirim sinyal posisi lokasi crane ke CCS kemudian CCS mengirim sinyal ke PLC, bila sesuai posisi maka motor gantry akan mati, tetapi bila belum sesuai posisi maka motor gantry akan terus bekerja sampai menemukan posisi yang diinginkan.
- Trolley Position Sensor  
Trolley Position Sensor diukur oleh alat yang dinamakan SICK magnetic absolute position sensor. Trolley Position Sensor mengirim sinyanya ke CCS kemudian diteruskan ke PLC, bila trolley belum pada posisi yang diinginkan maka motor trolley akan terus bekerja, bila sudah pada posisi yang diinginkan maka motor trolley akan mati.



Gambar 4.38 Lokasi Gantry dan Trolley Position Sensor di crane

- Container Position Sensor  
Container Position Sensor diukur dengan menggunakan alat SICK laser scanner, diletakkan dibagian samping spreader. Laser scanner yang diletakkan di spreader menggunakan Konecrane property shock damping platform. Bila posisi container sudah sesuai maka motor hoist dan strolley akan berhenti bekerja, bila belum maka motor akan terus bekerja
- Spreader Position Sensor  
Spreader Position diukur menggunakan alat Infrared Cameras dan Infrared Beacons. Beacon dipasang di bagian headblock. Metode ini menggunakan 2D koordinat dari posisi spreader. Sinyal akan dikirimkan ke CCS dan pada CCS akan terlihat posisi spreader. Bila posisi bila sesuai, maka motor hoist akan bekerja, bila sudah sesuai maka motor hoist akan berhenti.



Gambr 4.39 Lokasi Spreader dan Container Posisiton Sensor di crane

#### **4.4.1.10 Remote Operation System (ROS)**

Remote Operation System (ROS) adalah pengoperasian ARMGs dengan remot yang dibutuhkan selama operasi pemindahan container secara normal. Ada juga Maintenance Remote Operator Station (MROS). MROS dikhususkan untuk memecahkan masalah ARMG dan banyak melaksanakan tugas kontrol tertentu yang terkait dengan operasi penanganan kontainer normal. ROS dan MROS adalah aspek fisik identik tetapi mereka memiliki pilihan operasi yang berbeda dan karena peran mereka berbeda. Sebuah ROS dapat berubah menjadi MROS dengan memutar saklar kunci.

#### **4.4.1.11 ROS: Operasi normal di daerah penumpukan**

ROS digunakan untuk jarak jauh melaksanakan kontainer pick-up dan drop off di daerah penumpukan sebagai bagian dari instruksi kerja ARMG normal. The ARMG otomatis memasuki daerah penumpukan di jalur truk yang ditentukan oleh instruksi kerja, dan menurunkan spreader untuk ketinggian 10 m. Pada titik ini, kontrol diserahkan kepada operator.

Operator jarak jauh melakukan kontainer pickup atau drop-off seperti yang diperintahkan, dan diakhiri dengan mengangkat spreader kembali hingga ketinggian minimal 10 m, Pengendalian kemudian diserahkan kembali ke sistem otomatisasi. Bahkan jika tidak memiliki instruksi kerja berikutnya, ARMG meninggalkan daerah penumpukan secara otomatis.

#### **4.4.1.12 MROS: MAINTENANCE REMOTE**

MROS digunakan untuk memecahkan masalah ARMG jarak jauh dan melaksanakan tugas-tugas kontrol tertentu.

##### **1. Mengambil alih ARMG dari operasi**

Sebuah ARMG biasanya akan dibawa keluar dari operasi untuk alasan pemeliharaan. pemeliharaan ARMG bisa dilakukan di

mana saja di blok ARMG, tetapi dianjurkan untuk pemeliharaan crane di area pemeliharaan yang ditunjuk agar tidak mengganggu operasi ARMG di lain blok.

Remote operator maintenance adalah sebagai berikut:

- Memilih ARMG
- Switch kontrol ARMG untuk operasi manual
- Membawa ARMG ke tempat parkir
- Switch off drive derek
- De-Select ARMG

## 2. Mengembalikan ARMG ke Operasi kerja

Setelah dilakukan pemeliharaan, ARMG dibawa kembali ke dalam operasi. Operator jarak jauh/remote melakukan hal berikut:

- Memilih ARMG
- Switch kontrol ARMG untuk operasi manual
- Switch pada drive crane
- Switch kontrol ARMG untuk operasi normal
- De-Select ARMG

## 3. Mengoreksi kesalahan pada ARMG

Jika ARMG mengalami kesalahan, operator pemeliharaan perlu menilai situasi dan mengambil tindakan korektif. Kesalahan ini tidak dapat diselesaikan jarak jauh dari MROS. Operator pemeliharaan perlu menginstruksikan personil pemeliharaan di lapangan untuk memperbaiki kesalahan.

## 4. Pemantauan ARMGs selama operasi normal

The ARMG dilengkapi dengan kamera video dan mikrofon yang memungkinkan operator pemeliharaan jarak jauh/remote untuk melihat dan mendengarkan selama operasi normal. Hal ini berguna dalam mengukur kebutuhan untuk pemeliharaan atau untuk memeriksa efektivitas pemeliharaan sudah dilakukan.

## 5. Penanganan kontainer jika sistem otomasi tidak bisa menangani

Jika ARMG tidak dapat melakukan operasi otomatis tertentu, operator pemeliharaan perlu menilai situasi dan melaksanakan operasi secara manual. Jika situasi tidak bisa secara otomatis, operator pemeliharaan perlu menginstruksikan personel pemeliharaan di lapangan untuk memperbaiki kesalahan secara lokal.

#### 4.4.1.13 Peralatan ROS

ROS dan MROS dilengkapi dengan monitor, dua joystick, panel sentuh, tombol quickstop dan headset dengan mikrofon.

##### 1. Monitoring

Monitor menampilkan video dari ARMG dan daerah penumpukan, posisi dan status informasi ARMG mendapatkan instruksi kerja dari TOS.



Gambar 4.40 Tampilan tab monitor video stream

Tampilan monitor

Monitor menampilkan video stream di kedua sisi layar. Video yang ditampilkan dapat dipilih dari berikut ini:

- Dari kamera terpasang pada penyebar ARMG
- Dari jalur truk yang menunjukkan sudut belakang chassis truk

- Dari ARMGs kamera PTZ troiley-mount
- Dari kamera LSTAS PTZ menunjuk di booth sopir truk Dari kamera LSTA S PTZ memberikan pandangan umum dari area

Hal ini juga menampilkan informasi berikut:

- Kecepatan angin
- Berat Beban
- Sudut Potong
- Sudut Skew
- Kontainer ID
- Ukuran Kontainer
- TruckID
- Posisi wadah truk
- Panjang Truk Trailer
- Nomor ARMG
- Nomor Lane
- informasi driver Truck
- Alarm light untuk displaying alarm yang dihasilkan oleh sistem
- bidang Instruksi untuk mengirimkan instruksi dari sistem otomatisasi untuk operator jarak jauh
- posisi hoist
- posisi Trolley
- Ukuran spreader
- Spreader mendarat
- Twistlocks terkunci / dibuka
- Posisi ARMGs yang beroperasi di blok

#### 4.4.1.14 Joystick

Joystick dipasang di meja ROS / MROS. Kontrol utama ARMG terintegrasi dalam joystick.

Motion	Left joystick	Right joystick
Axis front	Trolley forward (-> fixed leg)	Hoist down
Axis back	Trolley backward (-> hinged leg)	Hoist up
Axis left	Gantry left (-> WS)	Trim left side down
Axis right	Gantry right (-> LS)	Trim right side down
Top axis front	Micro-move forward	Camera tilt down
Top axis back	Micro-move backward	Camera tilt up
Top axis left	Micro-move left	Camera pan left
Top axis right	Micro-move right	Camera pan right
Top rocker left	Micro-move skew CCW	Camera zoom in
Top rocker right	Micro-move skew CW	Camera zoom out
Side rocker up	Flippers up	Twistlocks unlock
Side rocker down	Flippers down	Twistlocks lock
Trigger left	Change video (left)	Job done
Trigger right	Center spreader	Change video (right)



Gambar 4.41 Joystick

#### 4.4.1.15 Panel sentuh

Sebuah panel sentuh dipasang di meja ROS / MROs dengan kontrol ARMG auxiliary. ROS dan MROS memberikan operator jarak jauh dengan kontrol yang berbeda. Sistem bypass diaktifkan pada panel sentuh dan menonaktifkan secara otomatis kontrol dari ARMG.

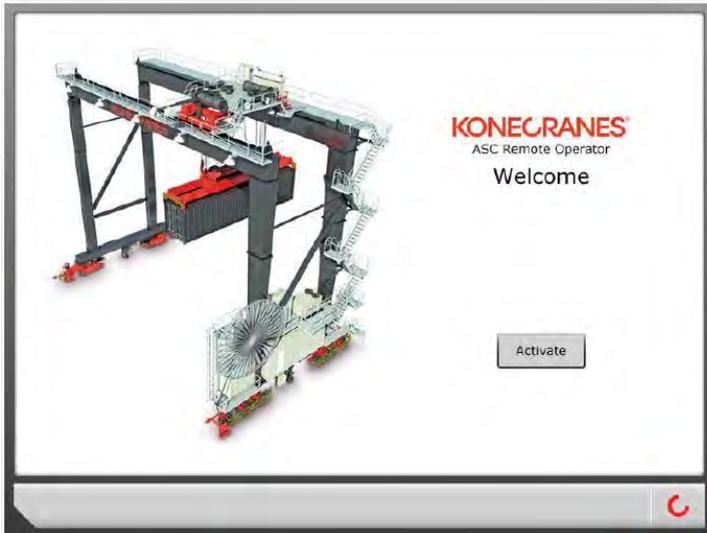
##### 1. ROS kontrol panel sentuh

Panel sentuh ROS memiliki dua layar. Yang pertama digunakan untuk mengaktifkan ROS. Yang kedua adalah menampilkan stasiun pengendali sebuah ARMG dan cara kontrol ARMG sebagai berikut:

Tabel 4.1 ROS kontrol panel sentuh

Bypass slack rope	Mengizinkan hoist turun walaupun tali dalam keadaan kendur
Left feed: Spreader/ Truck lane	Perubahan tampilan video ke sebelah kiri dari spreader / truk
Right feed: Trolley/ Truck driver booth/area	Perubahan tampilan video ke kanan untuk menampilkan video dari sopir troli / truk booth / area perpindahan
Move feed from left to right: Truck lane	memindahkan video dari kiri ke kanan dan kembali
Call truck lane	Hubungkan audio ke jalur truk yang ditunjuk sesuai instruksi kerja
Call transfer area	Menghubungkan audio ke area penumpukan ARMG
Disconnect call	Memutus koneksi audio
Job done	Sama seperti joystick, pekerjaan selesai

Fall job (2s timer)	Instruksi pekerjaan gagal saat, MROS melakukan intervensi yang diperlukan (baik membatalkan dan menggagalkan instruksi)
---------------------	---



Gambar 4.42 ROS Active Screen



Gambar 4.43 ROS control Screen

## 2. MROs kontrol panel sentuh

Panel sentuh MROs memiliki dua layar. Pertama digunakan untuk memilih ARMG dan menampilkan lokasi masing-masing ARMG dengan warna. Dalam kasus badai, semua ASCs dapat diperintahkan untuk pindah ke posisi diluar dari layar ini. Layar kedua berisi kontrol ARMG yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.2 MROs kontrol panel sentuh

Deselect crane	Membatalkan crane yang dipilih
Stow ASC	Memindahkan ASC ke posisi aman dengan otomatis
DrIves ON	Menjalankan ARMG drives
Drives OFF	Menghentikan ARMG drives
Normal operation	Mengubah control ARMG ke normal operation

Manual operation	Mengubah control ARMG ke manual operation
Request job cycle interrupt	Menunggu ARMG menyelesaikan instruksi kerja sebelum mengubah ke control manual operasi
Maintenance mode	Mengizinkan crane berjalan ke daerah anti collision system, daerah yang dilarang, software berakhir stop dan spreader anti collision system perlahan menurunkan kecepatan
Bypass slack rope	Mengizinkan hoisting turun ketika tali hoist sedang kendur
Fault reset	Mengulangi program yang gagal pada crane
left feed: Spreader/ Truck lane	Mengubah konten video di kiri untuk menampilkan video dari spreader /truk
Right feed: Trolley/Truck driver booth/ Area	Mengubah konten video ke kanan untuk menampilkan video dari trolley/truk/ area pemindahan
Move feed from left to right: Truck lane	memindahkan video dari kiri ke kanan dan kembali
Call truck lane	Hubungkan audio ke jalur truk yang ditunjuk sesuai instruksi kerja
Call transfer area	Menghubungkan audio ke area penumpukan ARMG
Disconnect call	Memutus koneksi audio
Telescope 20'/40'/45'	Mengubah panjang spreader
floodlights On/Auto/Off	Mengubah control floodlight
Storm locking pins Up/Down	Pengunci control saat badai
Cancel job	Membatalkan instruksi kerja



Gambar 4.44 MROS “Select Crane” screen



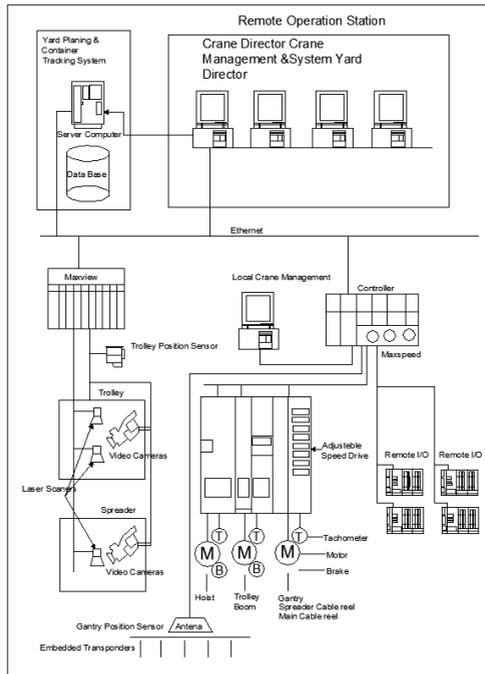
Gambar 4.45 MROS Control Screen

#### 4.4.1.15 Tombol Quickstop

Menekan tombol Quickstop di kontrol dari ARMG akan membuat ARMG berhenti dikendalikan.

#### 4.4.1.16 Headset dengan mikrofon

Headset digunakan untuk mendengarkan ARMG saat operasi jarak jauh/remote. Umpan balik audio dari mesin meningkatkan intuisi/perasaan operator jarak jauh, dan memungkinkan dia untuk mendengar kemungkinan masalah dengan operasi. Mikrofon headset digunakan untuk memberikan instruksi kepada personil di lapangan melalui pengeras suara dipasang di daerah penumpukan, atau untuk berbicara dengan sopir truk di jalur truk di mana kontainer yang diangkat atau diturunkan perlu dilakukan.



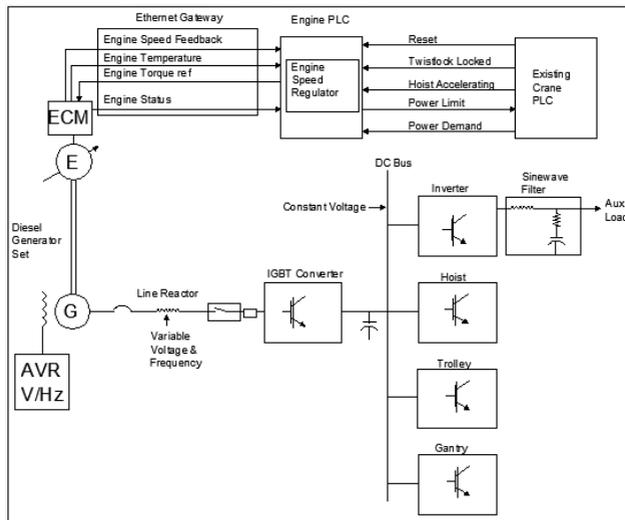
Gambar 4.46 Diagram koneksi kontrol ASC

#### 4.4.2 Crane Control RTG

RTG crane memiliki ECM (Engine Control Module) yang terhubung ke PLC sesuai instruksi dari operator yang berada di crane. ECM berisi tentang data status dari pada engine crane seperti kecepatan, temperatur, dan torsi, dimana data diatas sebagai indikator performa crane yang akan dilihat operator RTG crane.

Adapun untuk proses pemindahan crane dilakukan secara manual oleh operator crane melalui PLC crane yang terhubung ke motor, gantry, hoist dan trolley.

Seperti yang sudah dijelaskan, ASC memiliki kontrol yang lebih rumit daripada RTG crane yang lebih sederhana, dikarenakan ASC mengintegrasikan data mulai dari kontainer masuk ke lokasi penumpukan sampai memindahkan ke truk pengangkut secara otomatis, sedangkan RTG crane membutuhkan operator di setiap crane yang beroperasi ntuk mengendalikan crane agar bisa beroperasi.



Gambar 4.47 Diagram koneksi control RTG

#### 4.5 Kajian Teknis

1. Automatic stacking crane membutuhkan perencanaan lokasi yang lebih khusus daripada RTG crane dikarenakan ASC harus berada dekat gedung control dan cubicle power PLN, sedangkan RTG tidak
2. ASC memiliki 4 komponen utama yang tidak dimiliki RTG yaitu Cable reel, electrical room, transformator dan bogies, sedangkan RTG memiliki 3 komponen utama yang tidak dimiliki ASC yaitu generator, operator room, dan ban karet, karena memiliki generator tentunya RTG akan menghasilkan getaran, suara dan emisi gas buang yang lebih besar daripada ASC, karena RTG memiliki operator room di crane, ASC lebih menjamin keamanan operator yang mana operator berada terpisah dari crane yaitu gedung control, dan karena ASC memiliki roda besi yang terpasang di jalur rel maka laju crane lebih akurat tetapi tidak flexible seperti RTG
3. Suplai daya RTG lebih sederhana dan flexible daripada ASC, RTG memiliki generator pada tiap crane yang kan menyuplai daya maka sistem suplai daya RTG tidak begitu rumit dan ini memungkinkan RTG bisa bergerak lebih flexible, sedangkan ASC mendapatkan suplai daya dari PLN yang membutuhkan cubicle-cubicle power serta kabel yang panjang untuk transmisi daya ke crane, karena dihubungkan dengan crane ini akan mengurangi fleksibilitas crane dan ASC juga harus mempunyai rel tersendiri sebagai jalur crane.
4. Control crane pada RTG lebih sederhana dibanding dengan ASC, tetapi untuk integrasi data, ASC lebih baik daripada RTG, ASC memiliki sistem control Automatic

saat dimulai container masuk ke area penumpukan, semua data informasi dari pelabuhan dan lokasi penumpukan crane diolah sedemikian rupa secara otomatis yang memungkinkan operator hanya memantau pergerakan crane dan semua data pemindahan dan penumpukan crane tercatat secara otomatis, sedangkan control RTG dilakukan dengan manual oleh operator yang berada di atas crane, ini memungkinkan kesalahan manusia/human error lebih sering terjadi.

Tabel 4.3 Perbandingan Keuntungan teknis ASC dan RTG

	ASC	RTG	Keterangan
Lokasi	-	+	ASC butuh lokasi khusus
Komponen	-	+	ASC lebih banyak
Getaran	+	-	RTG memiliki generator
Suara	+	-	Engine RTG
Emisi	+	-	Engine RTG
Keselamatan	+	-	Operator ASC berada dalam gedung
Flexibilitas	-	+	ASC harus terhubung dengan kabel PLN dan memiliki rel tersendiri
Ketepatan lajur	+	-	ASC memiliki Rel tersendiri

Transmisi daya	-	+	RTG lebih sederhana karena memiliki generator di setiap crane
Control crane	+	-	ASC lebih mudah
Komponen control	-	+	ASC lebih banyak
Integrasi data	+	-	RTG masih manual
Monitoring	+	-	ASC memiliki banyak sensor

## 4.6 Biaya operator

Untuk mengoperasikan ASC dan RTG crane diperlukan operator yang akan bekerja mengontrol dan mengarahkan crane. Dalam perhitungan ekonomis diperlukan perhitungan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk menggaji operator.

### 4.6.1 Biaya Operator ASC

Pengoperasian Automatic stacking crane sepenuhnya memakai control otomatis dimana hal ini tidak memerlukan operator disetiap crane, melainkan operator berada didalam gedung untuk memberikan perintah penumpukan dan memonitoring keadaan crane. Dalam hal ini PT Terminal Teluk Lamong mempekerjakan 3 orang operator dalam satu sesi kerja dimana dua sesi kerja dalam sehari. Pekerjaan 3 orang operator ini dengan rincian 1 orang pengendali control utama dan 2 orang pembantu. Maka biaya operator ASC sebagai berikut:

Diasumsikan Gaji/bulan = 3.600.000

Total gaji /tahun

$3 \text{ operator} \times 2 \text{ sesi} \times 3600000 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 259.200.000/\text{tahun}$

Diasumsikan setelah 5 tahun gaji operator naik 10 %

### 4.6.2 Biaya Operator RTG

Pengoperasian RTG crane masih dilakukan dengan manual dimana operator berada disetiap crane untuk memberi perintah penumpukan dan memonitor crane dan area penumpukan. Dalam hal ini PT. TPS mempekerjakan 10 operator dal satu sesi kerja diman dalam sehari ada dua sesi kerja, maka biaya operator RTG untuk 10 crane sebagai berikut:

Diasumsikan Gaji/bulan = 3.600.000

Total gaji /tahun

$10 \text{ operator} \times 2 \text{ sesi kerja} \times 3600000 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 864.000.000$

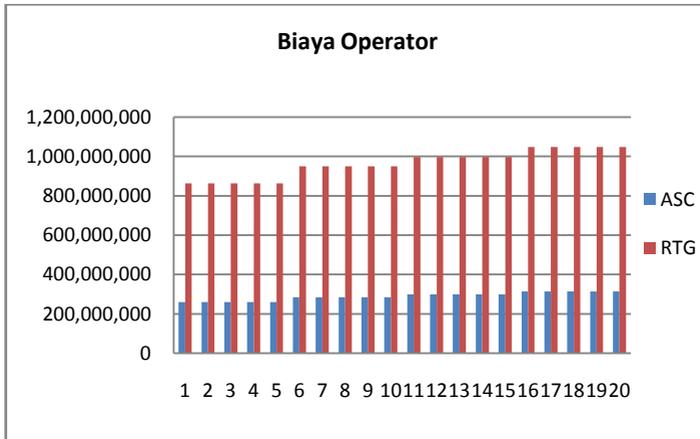
Diasumsikan setelah 5 tahun gaji operator naik 10 %

### 4.6.3 Perbandingan biaya operator ASC dan RTG

Berikut adalah rincian dan perbandingan biaya operator selama 20 tahun :

Tabel 4.4 Biaya operator

Tahun	Operator		Margin
	ASC	RTG	
1	259,200,000	864,000,000	604,800,000
2	259,200,000	864,000,000	604,800,000
3	259,200,000	864,000,000	604,800,000
4	259,200,000	864,000,000	604,800,000
5	259,200,000	864,000,000	604,800,000
6	285,120,000	950,400,000	665,280,000
7	285,120,000	950,400,000	665,280,000
8	285,120,000	950,400,000	665,280,000
9	285,120,000	950,400,000	665,280,000
10	285,120,000	950,400,000	665,280,000
11	299,376,000	997,920,000	698,544,000
12	299,376,000	997,920,000	698,544,000
13	299,376,000	997,920,000	698,544,000
14	299,376,000	997,920,000	698,544,000
15	299,376,000	997,920,000	698,544,000
16	314,344,800	1,047,816,000	733,471,200
17	314,344,800	1,047,816,000	733,471,200
18	314,344,800	1,047,816,000	733,471,200
19	314,344,800	1,047,816,000	733,471,200
20	314,344,800	1,047,816,000	733,471,200



Gambar 4.48 Grafik biaya operator

## 4.7 Biaya Operasional

Dalam hal pengoperasian crane maka akan diperlukan biaya operasional yang mencakup suplai energy dan daya yang akan dibayarkan perusahaan. Dalam hal ini daya ASC bersumber dari kelistrikan PLN dan daya RTG bersumber dari generator

### 4.7.1 Biaya operasional ASC

Dalam perhitungan biaya operasional ASC menggunakan perhitungan tarif tenaga listrik yang diatur oleh PLN

**PT PLN (Persero)**

Jalan Tunjaya Blok M/135 Kebayoran Baru - Jakarta 12160  
 Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234 Faxsimile : (021) 7221330 Website : www.pln.co.id  
 (021) 7251234, 7250550

**PENETAPAN  
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)  
BULAN MEI 2016**

NO.	GICL TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA KVAH (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*	1.353,45	1.353,45
2.	R-1/TR	2.200 VA	*	1.353,45	1.353,45
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.200 VA	*	1.353,45	1.353,45
4.	R-3/TR	6.000 VA ke atas	*	1.353,45	1.353,45
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 300 kVA	*	1.353,45	1.353,45
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x Blok L.WBP = kVAh = 1.041,07 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blok L.WBP = kVAh = 1.041,07 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blok WBP dan Blok L.WBP = kVAh = 831,99 ****)	-
9.	P-1/TR	6.000 VA s.d. 200 kVA	*	1.353,45	1.353,45
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**	Blok WBP = K x Blok L.WBP = kVAh = 1.041,07 ****)	-
11.	P-3/TR		*	1.353,45	1.353,45
12.	L/TR, TM, TT		-	1.528,73	-

Catatan:

- \*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RMS = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian
- \*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RMS = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP
- \*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):  
RMS = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.  
Jam nyala = kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- \*\*\*\*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
- K. Faktor pembandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP = Waktu Beban Puncak  
LWBP = Luar Waktu Beban Puncak

Gambar 4.49 Biaya Listrik PLN

Untuk Input PLN = 20 kV x 1250 A = 25.000 kVA, maka PLN mengenakan tariff ke perusahaan PT. Teluk Lamong dengan golongan B-3 TM diatas 200 kVA

Golongan tarif = B-3TM

Biaya beban = 40 (jam nyala) x daya tersambung (kVA) x biaya pemakaian LWBP

Kapasitas daya seluruh crane = 300 kW x 10 crane = 3000 kW

kWh crane = 3000 kW x 23 jam x 30 hari = 2.070.000 kWh

Jam nyala = kWh per bulan dibagi kVA tersambung

Jam nyala = 2.070.000 kWh/25.000 kVA = 82.8 jam

B-3 TM =  $82.8 \times 25.000\text{kVA} \times 967,33 = 2.002.373.100$   
rupiah/bulan

Biaya pemakaian =  $1.5$  (factor K)  $\times 967.33 = 1450.995$  Rp/kWh

Biaya pemakaian/bulan untuk ASC =  $2.070.000$  kWh  $\times 1450,995$   
Rp/kWh = Rp 3.003.559.650/bulan

Biaya pemakaian/tahun untuk ASC = Rp 3.003.559.650  $\times 12$   
= Rp 36,042,715,800/tahun

\*karena biaya pemakaian lebih besar dari biaya beban maka yang dipakai adalah biaya pemakaian diasumsikan biaya operasional naik 5 % setiap tahun

#### 4.7.2 Biaya operasional RTG Crane

Perhitungan biaya operasional RTG Crane dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar generator yang ada pada tiap RTG, berikut adalah spesifikasi mesin generator untuk beban 300 kW

MODEL		TP-C300-T1-60	
<p>Triton Power is a world leader in the design, manufacture of stationary, mobile and rental generator sets and Power Modules from 10 to 2000 kW. Through our commitment to quality we manufacture with only the highest quality components from companies like Cummins, John Deere, Perkins, Marathon, and Deep Sea. All of this plus our worldwide warranty, customer service professionals, is why Triton is the</p>			
<b>THE POWER OF QUALITY</b>			
Available Voltage 3 Phase 120/208, 110/220, 120/240, 277/480 Power Factor 0.8	Standby	kVA	375
		kW	300
	Prime	kVA	344
		kW	276
<b>ENGINE INFORMATION</b>			
<b>ENGINE MAKE</b>		CUMMINS	
Model		QSL9-G5	
Engine Speed		RPM	1800
Engine Power Output at rated rpm		kWm	310
		HP	415
Cooling		Radiator Cooled	
Aspiration		Turbocharged & Air-cooled	
Total Displacement		Liter	8.9
No. of Cylinders and Build		6-inline	
Bore and Stroke		mm x mm	114 X 145
Compression Ratio		16.8:1	
Governor		Electronic	
Fuel Consumption (L/hr)		Full Load	75
		75% Load	55
		50% Load	36
Fuel Tank Capacity (Non-UL)		Liter	780
Oil Capacity		Liter	26.5
Coolant Capacity		Liter	15
Radiator Cooling Air		m <sup>3</sup> /min	480

Gambar 4.50 Spesifikasi generator

Beban = 300 kW

Generator =  $300 \text{ kW} / 0.8 = 357 \text{ kVA}$

## 1. Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar beban penuh = 75 liter/jam

Konsumsi bahan bakar/bulan = 75 L/h x 23 jam x 30 hari =  
51.750 liter/bulan

Konsumsi bahan bakar untuk 10 crane = 10 x 51.750 liter/bulan =  
517.500 liter/bulan

Harga solar/liter = Rp. 6.450

Total biaya bahan bakar/bulan = Rp. 6.450 x 517.500 liter/bulan =  
Rp 3.337.875.000/bulan

Total biaya bahan bakar/tahun = Rp 3.337.875.000 x 12 bulan  
= Rp. 40,054,500,000/tahun

## 2. Pelumas

Konsumsi pelumas 26,5 liter/hari

Konsumsi pelumas/bulan = 26,5L/day x 30 hari = 795 liter/bulan

Konsumsi pelumas untuk 10 crane = 10 x 795 liter/bulan =  
7.950 liter/bulan

Harga pelumas/liter = Rp. 14.300

Total biaya pelumas/bulan = Rp. 14.300 x 7950 liter/bulan =  
Rp. 113.685.000/bulan

Total biaya pelumas/tahun= Rp. 11.368.500 x 12 bulan =  
Rp. 1.364.220.000

Total biaya operasional = biaya bahan bakar + biaya pelumas

Bulan = Rp 3.337.875.000 + Rp. 113.685.000 =

Rp. 3.451.560.000

Tahun = Rp. 3.451.560.000 x 12 bulan = Rp. 41.418.720.000

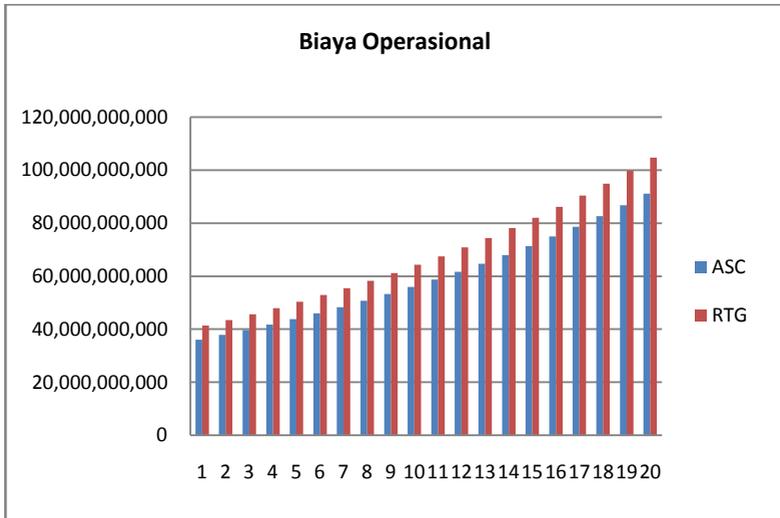
diasumsikan biaya operasional naik 5 % setiap tahun

### 4.7.3 Perbandingan biaya operasional ASC dan RTG

Berikut adalah rincian dan perbandingan biaya opsional selama 20 tahun :

Tabel 4.5 Biaya operasional ASC dan RTG

Tahun	Operasional		Margin
	ASC	RTG	
1	36,042,715,800	41,418,720,000	5,376,004,200
2	37,844,851,590	43,489,656,000	5,644,804,410
3	39,737,094,170	45,664,138,800	5,927,044,631
4	41,723,948,878	47,947,345,740	6,223,396,862
5	43,810,146,322	50,344,713,027	6,534,566,705
6	46,000,653,638	52,861,948,678	6,861,295,040
7	48,300,686,320	55,505,046,112	7,204,359,792
8	50,715,720,636	58,280,298,418	7,564,577,782
9	53,251,506,668	61,194,313,339	7,942,806,671
10	55,914,082,001	64,254,029,006	8,339,947,005
11	58,709,786,101	67,466,730,456	8,756,944,355
12	61,645,275,406	70,840,066,979	9,194,791,573
13	64,727,539,176	74,382,070,328	9,654,531,151
14	67,963,916,135	78,101,173,844	10,137,257,709
15	71,362,111,942	82,006,232,536	10,644,120,594
16	74,930,217,539	86,106,544,163	11,176,326,624
17	78,676,728,416	90,411,871,371	11,735,142,955
18	82,610,564,837	94,932,464,940	12,321,900,103
19	86,741,093,079	99,679,088,187	12,937,995,108
20	91,078,147,733	104,663,042,596	13,584,894,864



Gambar 4.51 Grafik biaya operasional ASC da RTG

## 4.8 Biaya Pemeliharaan

Pemeliharaan crane sangatlah penting untuk menunjang lama operasi dan produktifitas crane. Dikarenakan perbedaan komponen antara ASC dan RTG maka untuk biaya pemeliharaan tentunya berbeda

### 4.8.1 Biaya Pemeliharaan RTG

Perhitungan biaya pemeliharaan RTG dihitung dari biaya pemeliharaan generator ,roda karet, dan lain-lain

Untuk pemeliharaan generator dihitung berdasarkan berikut ini:

Tabel: 4.6 Biaya pemeliharaan generator

No.	Maintenance type	Cost
1	Reactive maintenance	\$ 18 /hp/yr
2	Preventive maintenance	\$ 13 /hp/yr
3	Predictive maintenance	\$ 9 /hp/yr

Sumber: Sumadi.Kuliah Perawatan Mesin 1 UIKA.2015

Dalam aplikasinya persentase pemeliharaan generator adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Persentase aplikasi pemeliharaan

Pemeliharaan	Aplikasi
<i>Reactive</i>	>55%
<i>Preventive</i>	21%
<i>Predictive</i>	13%

Sumber: Sumadi.Kuliah Perawatan Mesin 1 UIKA.2015

Untuk reactive diasumsikan sebesar 60 %, dari 4.6 dan 4.7, maka perhitungan untuk pemeliharaan generator adalah

Daya generator = 300 kW = 402 hP

Pemeliharaan Reaktif

= 402 hP x 18 x 13000 x 60% = Rp. 56,440,800

Pemeliharaan Preventive

= 402 hP x 13 x 13000 x 21% = Rp. 14,266,980

Pemeliharaan Predictive

= 402 hP x 9 x 13000 x 13% = Rp. 6,114,420

Total untuk pemeliharaan generator setiap crane adalah:

Rp. 56,440,800 + Rp. 14,266,980 + Rp. 6,114,420

= Rp.76,822,200

Untuk pemeliharaan setiap crane per tahun disumsikan sebesar Rp.100.000.000, dengan rincian sebagai berikut:

Pemeliharaan generator = Rp.76,822,200

Lain-lain = Rp.23,177,800

Jadi untuk perawat 10 crane setiap tahun adalah:

$Rp.100.000.000 \times 10 = Rp.1.000.000.000$

Diasumsikan pemeliharaan tahunan naik 5% setiap tahun

Untuk pemeliharaan roda crane maka diasumsikan setiap lima tahun sekali diadakan penggantian roda crane, maka perhitungannya adalah harga satu set roda crane di kali jumlah crane.

Harga satu set roda crane RTG = Rp.78.000.000

Untuk 10 crane adalah Rp.780.000.000

Diasumsikan harga roda naik 10% setiap 5 tahun

#### **4.8.2 Biaya Pemeliharaan ASC**

Perhitungan biaya pemeliharaan ASC dihitung dari pemeliharaan transformator dan lain-lain. Untuk pemeliharaan minyak transformator dilakukan setiap tahun dan penggantian minyak transformator setiap 5 tahun sekali

Maka perhitungannya adalah sebagai berikut

Pemeliharaan minyak trafo = Rp 10.000.000

Lain-lain = Rp.23,177,800

Total pemeliharaan setiap tahun untuk 10 crane

$= (Rp\ 10.000.000 + Rp.23,177,800) \times 10 = Rp.\ 331,778,000$

Diasumsikan pemeliharaan tahunan naik 5% setiap tahun

Perhitungan biaya penggantian minyak transformator:

Kebutuhan minyak x harga minyak per drum

Kebutuhan minyak dapat dilihat pada tabel lampiran

Daya transformator pada crane =  $6,6\ kV \times 1250\ A = 8250\ kVA$

Yaitu untuk daya sebesar lebih  $8000\ kVA = 3600\ liter$

1 drum = 200 liter

1 transformator = 18 drum

Harga/drum minyak transformator = Rp.5.000.000 (harga pasaran)

Biaya penggantian minyak trafo untuk 10 crane setia 5 tahun sekali adalah

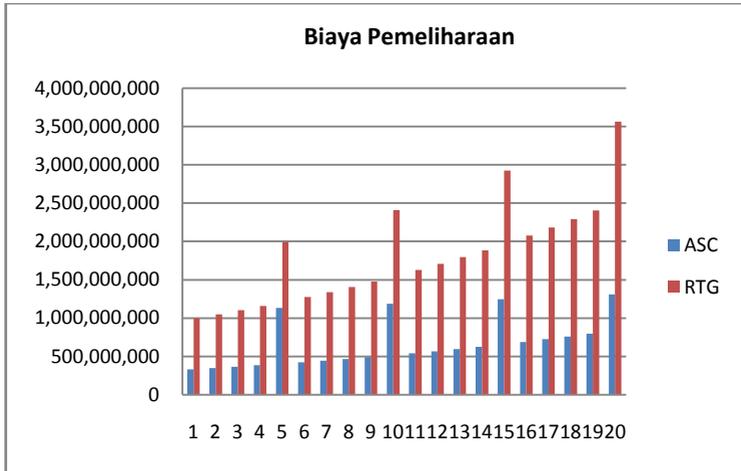
Rp.5.000.000.000 x 18 drum x 10 crane = Rp. 900,000,000

Diasumsikan harga minyak transformator naik 5% setiap 5 tahun

#### 4.8.3 Perbandingan biaya pemeliharaan ASC dan RTG

Tabel 4.8 Tabel biaya pemeliharaan

Tahun	Maintanance		Margin
	ASC	RTG	
1	331,778,000	1,000,000,000	668,222,000
2	348,366,900	1,050,000,000	701,633,100
3	365,785,245	1,102,500,000	736,714,755
4	384,074,507	1,157,625,000	773,550,493
5	1,131,778,000	1,995,506,250	863,728,250
6	423,442,144	1,276,281,563	852,839,418
7	444,614,251	1,340,095,641	895,481,389
8	466,844,964	1,407,100,423	940,255,459
9	490,187,212	1,477,455,444	987,268,232
10	1,188,366,900	2,409,328,216	1,220,961,316
11	540,431,401	1,628,894,627	1,088,463,225
12	567,452,972	1,710,339,358	1,142,886,387
13	595,825,620	1,795,856,326	1,200,030,706
14	625,616,901	1,885,649,142	1,260,032,241
15	1,247,785,245	2,923,731,599	1,675,946,354
16	689,742,634	2,078,928,179	1,389,185,546
17	724,229,765	2,182,874,588	1,458,644,823
18	760,441,253	2,292,018,318	1,531,577,064
19	798,463,316	2,406,619,234	1,608,155,918
20	1,310,174,507	3,565,130,195	2,254,955,688



Gambar 4.52 Grafik biaya pemeliharaan ASC dan RTG

#### 4.9 Biaya Pengadaan

Untuk memfasilitasi pelabuhan dengan ASC dan RTG tentunya memerlukan biaya pengadaan. Biaya pengadaan ASC dan RTG mengacu pada laporan keuangan PELINDO III

##### 4.9.1 Biaya Pengadaan ASC

Untuk biaya pengadaan ASC berdasarkan sumber laporan keuangan perusahaan yang bekerjasama dengan pihak penjual dan kontaktor, dimana pada kontrak tertulis yaitu:

*“Sesuai Kontrak No. HK.0502/68/P.III-2013 tanggal 1 Maret 2013 Perusahaan (Pihak kesatu) melakukan Kontrak Pekerjaan Pengadaan 20 Automated Stacking Crane (ASC) Baru dan 5 (lima) Straddle Carriers (SC) baru untuk Terminal Teluk Lamong Surabaya, dengan Konecranes Finland Corporation (Pihak Kedua) Perusahaan di Negara Republik Firlandia dengan ruang lingkup pengadaan alat, pemasangan dan Instalasi, Pengetesan dan pengujian Peralatan dan masa garansi dengan harga ruang*

*lingkup (Phase 1 dan 2) sebesar USD65,998,100 (Angka Penuh) tidak termasuk PPN Impor, PPh Impor dan bea masuk Impor.”*

*Sumber: Laporan Keuangan Konsolidasian Untuk Tahun - Tahun yang Berakhir pada Tanggal 31 Desember 2014 dan 2013 PT.PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO) DAN ENTITAS ANAK*

USD 65.998.100 = Rp. 896.914.179.000

Harga di pasaran untuk SC = 900.000 euro = Rp. 12.199.471.200

Harga 20 ASC = Rp.896.914.179.000 – Rp. 12.199.471.200 =  
Rp. 884.714.707.800

Harga untuk 10 ASC = Rp. 884.714.707.800/2  
= Rp 442.357.353.900

Harga untuk 1 Unit ASC = Rp. 442.357.353.900/10  
= Rp 44.235.735.390

#### **4.9.2 Biaya pengadaan RTG**

Untuk biaya pengadaan RTG berdasarkan sumber laporan keuangan perusahaan yang bekerjasama dengan pihak penjual dan kontaktor, dimana pada kontrak tertulis yaitu:

*“Sesuai Kontrak Nomor: HK.0502/230/P.III-2014 tanggal 6 Juni 2014, Perusahaan (pihak kesatu)*

*melakukan kontrak pekerjaan pengadaan 11 (sebelas) Unit Rubber Tyred Gantry Crane RTG) TPKS dengan Konecranes Finland (pihak kedua) dengan nilai kontrak sebesar USD24,280,000*

*dengan metode DDU (Delivery Duty Unpaid). Perjanjian tersebut telah diperbaharui terakhir dengan Perjanjian Tambahan dengan No. HK.0502/340.1/P.III-2015 yang mengakibatkan penambahan biaya sebesar USD1,107,573 (angka penuh). pihak kedua harus menyediakan perlindungan asuransi*

*all risk dengan nilai pertanggungan sebesar 110% dari harga kontrak selama berlangsungnya pelaksanaan pengadaan sampai dengan tanggal Berita Acara Penyelesaian. Masa garansi untuk setiap unit alat adalah selama 365 hari sejak PHO dari masing-masing alat.”*

USD 24.280.000 = Rp. 329.965.200.000

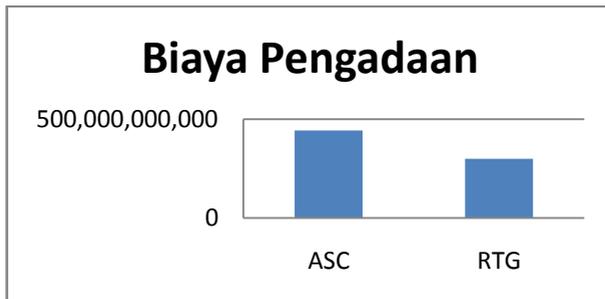
Harga 1 Unit RTG = Rp. 329.965.200.000/11  
= Rp 29.996.836.363

Harga 10 unit RTG = Rp 29.996.836.363 x 10  
= Rp 299.968.363.630

#### 4.9.3 Perbandingan Biaya Pengadaan ASC dan RTG

Tabel 4.9 Biaya Pengadaan

Tahun	Pengadaan		Margin
	ASC	RTG	
1	442,357,353,900	299,968,363,630	142,388,990,270



Gambar 4.53 Grafik biaya pengadaan ASC dan RTG

## **4.10 Biaya Pengeluaran**

Dari perhitungan biaya operator, biaya operasional, biaya pemeliharaan dan biaya pengadaan, maka kita dapat menghitung biaya pengeluaran perusahaan untuk tahun pertama dan tahun-tahun berikutnya.

### **4.10.1 Biaya Pengeluaran ASC**

Biaya pengeluaran ASC dihitung dari penjumlahan setiap tahunnya biaya operator ASC ditambah biaya operasional ASC ditambah biaya pemeliharaan ASC dan di tambah biaya pengadaan ASC, maka perhitungannya adalah

$$\begin{aligned} & \text{Rp } 259.200.000 + \text{Rp } 36,042,715,800 + \text{Rp } 331,778,000 + \\ & \text{Rp } 442.357.353.900 = \text{Rp. } 478,991,047,700 \end{aligned}$$

Jadi pengeluaran ASC ditahun pertama adalah sebesar Rp.478,991,047,700

Untuk tahun kedua dan seterusnya dikurangi biaya pengadaan karena biaya pengadaan hanya ada pada tahun pertama

### **4.10.2 Biaya Pengeluaran RTG**

Biaya pengeluaran RTG dihitung dari penjumlahan setiap tahunnya biaya operator RTG ditambah biaya operasional RTG ditambah biaya pemeliharaan RTG dan di tambah biaya pengadaan RTG, maka perhitungannya adalah

$$\begin{aligned} & \text{Rp.}864.000.000 + \text{Rp. } 41.418.720.000 + \text{Rp } 1,000,000,000 + \\ & \text{Rp } 299.968.363.630 = \text{Rp. } 343,251,083,630 \end{aligned}$$

Jadi Pengeluara RTG ditahun pertama adalah sebesar Rp. 343,251,083,630

Untuk tahun kedua dan seterusnya dikurangi biaya pengadaan karena biaya pengadaan hanya ada pada tahun pertama

### 4.10.3 Perbandingan Biaya Pengeluaran ASC dan RTG

Tabel 4.10. Biaya Pengeluaran

Tahun	Pengeluaran		Margin
	ASC	RTG	
1	478,991,047,700	343,251,083,630	135,739,964,070
2	38,452,418,490	45,403,656,000	6,951,237,510
3	40,362,079,415	47,630,638,800	7,268,559,386
4	42,367,223,385	49,968,970,740	7,601,747,355
5	45,201,124,322	53,204,219,277	8,003,094,955
6	46,709,215,782	55,088,630,241	8,379,414,459
7	49,030,420,571	57,795,541,753	8,765,121,182
8	51,467,685,600	60,637,798,841	9,170,113,241
9	54,026,813,880	63,622,168,783	9,595,354,903
10	57,387,568,901	67,613,757,222	10,226,188,321
11	59,549,593,503	70,093,545,083	10,543,951,580
12	62,512,104,378	73,548,326,337	11,036,221,959
13	65,622,740,797	77,175,846,654	11,553,105,857
14	68,888,909,036	80,984,742,986	12,095,833,950
15	72,909,273,187	85,927,884,136	13,018,610,949
16	75,934,304,973	89,233,288,343	13,298,983,370
17	79,715,302,981	93,642,561,960	13,927,258,978
18	83,685,350,890	98,272,299,258	14,586,948,367
19	87,853,901,195	103,133,523,421	15,279,622,226
20	92,702,667,040	109,275,988,792	16,573,321,752



Gambar 4.54 Grafik biaya pengeluaran ASC dan RTG

#### 4.11 Biaya Pemasukan

Perhitungan biaya pemasukan per tahun untuk pelabuhan dihitung dari penjumlahan biaya angkut per container dikali kemampuan crane mengangkut container per jam dikali lama operasi crane per hari dikali 30 hari dikali 12 bulan dikali 10 crane. Dalam hal ini ASC dan RTG dibuat dengan kerja dan beban yang sama, maka biaya pemasukan ASC dan RTG di tahun pertama adalah sama karena tidak dikurangi biaya pengeluaran kerana pemasukan dikurangi biaya pengeluaran akan dihitung di tahun kedua atau setelah setahun crane beroperasi, yaitu

Harga angkut per container = Rp 54.000 (naik 5%/6 tahun)

Kemampuan crane per jam = 38 container

Lama operasi tiap bulan = 30 hari

Lama operasi tiap tahun = 12 bulan

Jumlah crane = 10 crane

Biaya pemasukan = Rp 54.000 x 38 container x 30 hari x 12 bulan x 10 crane = Rp. 169,905,600,000

Jadi biaya pemasukan di tahun pertama ASC dan RTG beroperasi adalah Rp. 169,905,600,000

#### **4.11.1 Biaya Pemasukan ASC**

Seperti yang sudah dijelaskan di penjelasan 4.11 Biaya pengeluaran, bahwa pemasukan tahun pertama ASC dan RTG adalah sama dan tahun kedua dan seterusnya berbeda karena adanya factor biaya pengeluaran setelah setahun crane beroperasi, maka perhitungan biaya pemasukan crane di tahun kedua adalah biaya pemasukan dikurangi biaya pengeluaran ASC tahun kedua dan seterusnya

Rp. 169,905,600,000 – Rp.38,452,418,490 = Rp.131,453,181,510

Jadi untuk pemasukan ASC setelah tahun kedua beroperasi adalah Rp.131,453,181,510

#### **4.11.2 Biaya Pemasukan RTG**

Seperti yang sudah dijelaskan di penjelasan 4.11 Biaya pengeluaran, bahwa pemasukan tahun pertama ASC dan RTG adalah sama dan tahun kedua dan seterusnya berbeda karena adanya factor biaya pengeluaran setelah setahun crane beroperasi, maka perhitungan biaya pemasukan crane di tahun kedua adalah biaya pemasukan dikurangi biaya pengeluaran RTG tahun kedua dan seterusnya

Rp.169,905,600,000 – Rp.45,403,656,000 = Rp.124,501,944,000

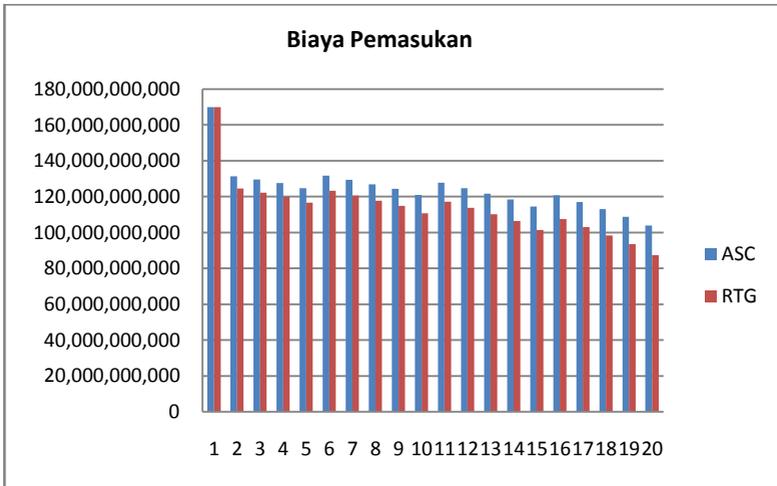
Jadi untuk pemasukan RTG setelah tahun kedua beroperasi adalah

Rp.124,501,944,000

### 4.11.3 Perbandingan Biaya Pemasukan ASC dan RTG

Tabel 4.11. Biaya Pemasukan

Tahun	Pemasukan		Margin
	ASC	RTG	
1	169,905,600,000	169,905,600,000	0
2	131,453,181,510	124,501,944,000	6,951,237,510
3	129,543,520,586	122,274,961,200	7,268,559,386
4	127,538,376,615	119,936,629,260	7,601,747,355
5	124,704,475,678	116,701,380,723	8,003,094,955
6	131,691,664,218	123,312,249,759	8,379,414,459
7	129,370,459,429	120,605,338,247	8,765,121,182
8	126,933,194,400	117,763,081,159	9,170,113,241
9	124,374,066,120	114,778,711,217	9,595,354,903
10	121,013,311,099	110,787,122,778	10,226,188,321
11	127,771,330,497	117,227,378,917	10,543,951,580
12	124,808,819,622	113,772,597,663	11,036,221,959
13	121,698,183,203	110,145,077,346	11,553,105,857
14	118,432,014,964	106,336,181,014	12,095,833,950
15	114,411,650,813	101,393,039,864	13,018,610,949
16	120,752,665,227	107,453,681,857	13,298,983,370
17	116,971,667,219	103,044,408,240	13,927,258,978
18	113,001,619,310	98,414,670,942	14,586,948,367
19	108,833,069,005	93,553,446,779	15,279,622,226
20	103,984,303,160	87,410,981,408	16,573,321,752



Gambar 4.55 Grafik biaya pemasukan ASC dan RTG

#### 4.12 Pay back dan Aliran Kas

Dengan membandingkan sisi ekonomis ASC dan RTG maka perlu menghitung pay back atau pelunasan kembali dari biaya pengadaan crane dengan memanfaatkan aliran kas yang dihitung per tahunnya. Dari perhitungan aliran kas maka juga didapatkan tahun ke berapa ASC lebih menguntungkan dari pada RTG. Perhitungan aliran kas adalah sebagai berikut:

Tahun pertama : Biaya pemasukan – biaya pengadaan + biaya operator + biaya pemeliharaan + biaya operasional

##### 4.12.1 Pay back dan Aliran Kas ASC

Untuk menghitung Pay back dan aliran kas ASC adalah sebagai berikut:

Tahun pertama : Biaya pemasukan – biaya pengadaan ASC + biaya operator ASC + biaya operasional ASC + biaya pemeliharaan ASC

Tahun pertama :

$$169,905,600,000 - 442,357,353,900 + 259,200,000 + 36,042,715,800 + 331,778,000 = -309,085,447,700$$

Jadi untuk kas tahun pertama adalah masih minus atau belum mendapatkan keuntungan karena masih dalam proses pelunasan dengan menggunakan biaya pemasukan

Untuk tahun kedua dan seterusnya perhitungan aliran kas adalah sebagai berikut:

Tahun kedua: Biaya pemasukan tahun kedua ASC + kas tahun pertama ASC, begitu juga untuk seterusnya yaitu biaya pemasukan tahun sekarang – kas tahun sebelumnya

Tahun kedua:

$$131,453,181,510 + (-309,085,447,700) = -177,632,266,190$$

Jadi untuk kas tahun kedua masih minus tetapi tidak lebih besar dari pada tahun pertama karena sudah ditambah biaya pemasukan tahun kedua, begitu juga seterusnya

#### **4.12.2 Pay back dan Aliran Kas RTG**

Untuk menghitung Pay back dan aliran kas RTG adalah sebagai berikut:

Tahun pertama : Biaya pemasukan – biaya pengadaan RTG + biaya operator RTG + biaya operasional RTG + biaya pemeliharaan RTG

Tahun pertama :

$$169,905,600,000 - 299,968,363,630 + 864,000,000 + 41,418,720,000 + 1,000,000,000 = -173,345,483,630$$

Jadi untuk kas tahun pertama adalah masih minus atau belum mendapatkan keuntungan karena masih dalam proses pelunasan dengan menggunakan biaya pemasukan

Untuk tahun kedua dan seterusnya perhitungan aliran kas adalah sebagai berikut:

Tahun kedua: Biaya pemasukan tahun kedua RTG + kas tahun pertama RTG, begitu juga untuk seterusnya yaitu biaya pemasukan tahun sekarang – kas tahun sebelumnya

Tahun kedua:

$$124,501,944,000 + (-173,345,483,630) = -48,843,539,630$$

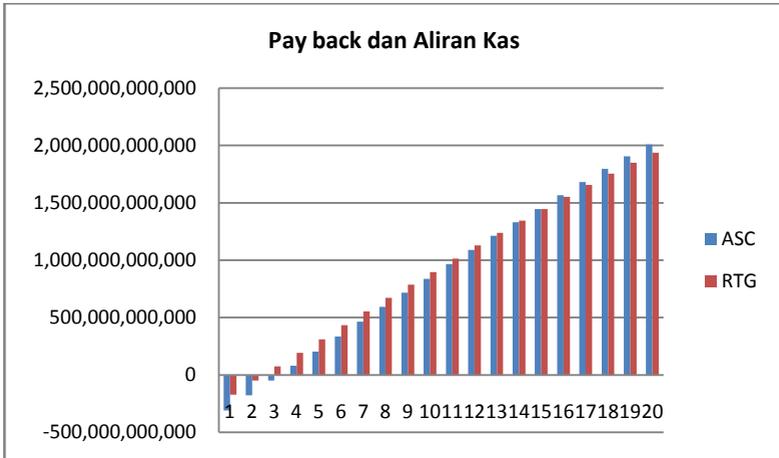
Jadi untuk kas tahun kedua masih minus tetapi tidak lebih besar dari pada tahun pertama karena sudah ditambah biaya pemasukan tahun kedua, begitu juga seterusnya

#### 4.12.3 Perbandingan Pay back dan Aliran Kas ASC dan RTG

Seperti yang sudah dijelaskan pada penjelasan 4.12, bahwa Pay back dan aliran kas akan menunjukkan pada tahun kapan Pay back atau pelunasan akan terjadi dan tahun berapa ASC lebih menguntungkan dari pada RTG crane

Tabel 4.12 Pay back dan Aliran kas

Tahun	Pay back dan Aliran Kas		Margin
	ASC	RTG	
1	-309,085,447,700	-173,345,483,630	135,739,964,070
2	-177,632,266,190	-48,843,539,630	128,788,726,560
3	-48,088,745,605	73,431,421,570	121,520,167,175
4	79,449,631,010	193,368,050,830	113,918,419,820
5	204,154,106,688	310,069,431,553	105,915,324,865
6	335,845,770,906	433,381,681,312	97,535,910,406
7	465,216,230,335	553,987,019,559	88,770,789,224
8	592,149,424,735	671,750,100,719	79,600,675,984
9	716,523,490,855	786,528,811,936	70,005,321,081
10	837,536,801,954	897,315,934,714	59,779,132,760
11	965,308,132,451	1,014,543,313,632	49,235,181,180
12	1,090,116,952,074	1,128,315,911,295	38,198,959,221
13	1,211,815,135,277	1,238,460,988,641	26,645,853,364
14	1,330,247,150,241	1,344,797,169,655	14,550,019,414
15	1,444,658,801,054	1,446,190,209,519	1,531,408,465
16	1,565,411,466,281	1,553,643,891,376	-11,767,574,905
17	1,682,383,133,500	1,656,688,299,617	-25,694,833,883
18	1,795,384,752,810	1,755,102,970,559	-40,281,782,251
19	1,904,217,821,815	1,848,656,417,338	-55,561,404,476
20	2,008,202,124,975	1,936,067,398,747	-72,134,726,228



Gambar 4.56 Grafik Pay back dan aliran kas ASC dan RTG

Dari tabel 4.10 dan diagram 4.27 maka dapat disimpulkan

1. Pada tahun 1-3 ASC dalam proses pelunasan ASC, sedangkan RTG tahu 1-2 adalah porses pelunasan.
2. ASC terlunasi dan pemasukan mulai positif pada tahun ke 4.
3. RTG terlunasi dan pemasukan mulai positif pada tahun ke 3.
4. Setelah ASC terlunasi pada tahun ke 4 sampai tahun ke 15 kas RTG lebih besar dari pada ASC.
5. Pada tahun ke 16 sampai seterusnya kas ASC lebih besar dari pada RTG.

#### **4.13 Kajian Ekonomis**

Dari analisa ekonomis ASC dan RTG maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Biaya operator ASC lebih murah dibanding RTG dikarenakan ASC hanya memiliki 6 operator setiap harinya dibanding RTG 20 orang setiap harinya.
2. Biaya operasional ASC lebih murah dibanding RTG dikarenakan biaya solar dan pelumas yang dibutuhkan RTG sedangkan ASC hanya konsumsi kelistrikan dari PLN
3. Biaya pemeliharaan ASC lebih murah dibanding RTG karena RTG memiliki ban karet dan generator yang rutin harus dirawat sedangkan pada ASC hanya di perlukan perawatan trafo
4. Karena biaya operator ASC, biaya operasional ASC, dan biaya pemeliharaan ASC lebih murah, maka pengeluaran ASC lebih murah tiap tahunnya dari pada RTG
5. Biaya pengadaan ASC lebih mahal dari pada RTG
6. Karena biaya pengeluaran ASC tiap tahunnya lebih murah maka biaya pemasukan ASC lebih banyak dari pada RTG
7. Proses pelunasan/pay back ASC lebih lama setahun dari pada RTG
8. ASC lebih menguntungkan dari pada RTG terjadi dimulai pada tahun ke 16 dan seterusnya

Tabel 4.11 Perbandingan Ekonomis ASC dan RTG

	ASC	RTG	Keterangan
Biaya operator	+	-	ASC hanya butuh 6 orang operator
Biaya operasional	+	-	RTG membutuhkan bahan bakar dan pelumas
Biaya pemeliharaan	+	-	RTG memiliki ban karet dan mesin
Biaya pengadaan	-	+	ASC full control
Biaya pengeluaran	+	-	Biaya operator, operasional, dan pemeliharaan ASC lebih murah
Biaya pemasukan	+	-	Biaya operator, operasional, dan pemeliharaan ASC lebih murah
Tahun pelunasan	-	+	ASC lebih mahal
Investasi jangka pendek	-	+	RTG lebih murah
Investasi jangka panjang	+	-	Setelah beberapa tahun ASC lebih menguntungkan

## LAMPIRAN 1

## Spesifikasi Automatic Stacking Crane

Tabel.1. Spesifikasi umum Automatic Stacking Crane

## Lifting Capacities

Total lifting capacity	40 ton
------------------------	--------

## Container Stacking

Stacking	6, (1 over 5) high, 9'6'' containers
Stacking between span	9 rows

## Main Hoisting

Hoisting/lowering with 40 ton load	45m/min
Hoisting/lowering with empty spreader	90 m/min
Lifting height max	18,1 m
Diameter of main hoist ropes	26 mm
Nominal rope force	57 kN
Motor power	180 kw S3-60%
Motor synchronous speed	1774 rpm
Motor ESR speed	3548 rpm
Motor Maximum torque	4500 Nm
Brake torque	2700 Nm
Gear ratio	$i = 40,26$

## Trolley Traversing

Trolley traversing speed with rated load	60 m/min
Motor power	15 kW S3-40%
Motor speed	1350 rpm
Motor maximum torque	370 NM
Brake torque	150 Nm
Gear ratio	$i = 28,218$
Secondary shaft speed	47,8 rpm

## Gantry Travelling

Travelling speed	270 m/min
Travelling distance	340 m
Motor power	37 kW
Motor speed	1962 rpm
Motor maximum torque	600 Nm
Brake torque (adjusted)	400 Nm
Gear ratio	$i = 14,376$
Secondary shaft speed	136,5 rpm

## Crane rail

Rail	MRS 87 A
Gantry rail span	29,5 m

## Crane power supply

Shore power	460 v, 3-phase, 50 Hz
Power supply	3 ph, 6,6 kV ( $\pm 10\%$ ). 50 Hz

## Gantry Wheel Loads

Wheel Load in Normal Conditions – Fixed leg	217 kN
Wheel Load in Normal Conditions – Hinged leg	178 kN
Wheel Load in Storm Condition – Fixed leg	198 kN
Wheel Load in Storm Condition – Hinged leg	123 kN

## Climate Conditions

Min. Temperature	-20°C
Max. Temperature	45°C
Crane in operation with maximum wind speed	22 m/sec
Maximum wind speed for gantry travel	25 m/sec
Relative humidity	(Max) 100%

## LAMPIRAN 2

## Spesifikasi Rubber Tyred Gantry Crane

Tabel 2. Spesifikasi umum Rubber Tyred Gantry Crane

Containers in single lift mode 20/40ft	40 ton
Height	One over 9'-6" high container
Width	Five rows

## Dimensions

Gantry Wheel Span	20,70 m
Lift Above ground	18,00 m
Overall crane length	13,50

## Speeds Main Hoisting

Hoisting with rated load	30 m/min
Motor Hoist	90 kW, 165A, 500 V
Lowering with rated load	30 m/min
Hoisting with empty spreader	60 m/min
Lowering with empty spreader	60 m/min
Trolley	70 m/min
Motor Trolley	6 kW, 18 A, 500 V

## Gantry

Motor Gantry	20 kW, 30 A, 500 V
Gantry with rated load	90 m/min
Gantry with empty spreader	130 m/min
Wheel turn, normal to cross travel	60 second

## Acceleration Times Main Hoist

Rated load	1,5 sec
Empty Spreader	3,6 sec
Trolley	4,0 sec
Gantry	6,0 sec

## Electrical System

Drive Control System	AC Drive
----------------------	----------

Programable Logic Controllers	Yes
Crane Monitoring	Local and Remote via Wireless Link

Features

Eight Wheels
Four rope anti sway
Spin Turn
Anti collision on crane to crane and crane to container stack
Automatic Steering System

Defect Liability Periods (DLP)

Entire Crane & accessories after-over	2 years
Component repaired during DLP	1 Year or balance of DLP
Crane Structure	10 years
Paint	10 Years
Galvanizing	10 Years

## LAMPIRAN 3 Kebutuhan Minyak Trafo

### TECHNICAL SPECIFICATION

KAPASITAS CAPACITY	ARUS BEBAN EXITING CURRENT	HUBUNGAN IMPEDANCE ZSC	RUGI BEBIAN LOSSES		RUGI BEBIAN LOSSES		RUGI BEBIAN LOSSES		Jumlah TOTAL LOSSES	PENKURANGAN PADA BEBAN FULL LOAD	EFISIENSI PADA 75°C FAKTOR DAYA 1.0 EFFICIENCY @ 0.8 PF				TINGKAT BISING ACOUSTIC POWER	DIMENSI ±10%				VOLUME OIL Liter	BEKAT WEIGHT Kg	HIGHT m/TLV
			%	WATT	%	WATT	0.10	0.0.8			100%	75%	50%	25%		L Panjang mm	W Lebar mm	H Tinggi mm	M mm			
25	3.0	4.0	100	756	856	2.80	4.26	96.69	97.15	97.49	98.31	48	750	520	1050	78	320	200.4				
50	2.9	4.0	145	1320	1485	2.69	3.92	97.15	98.69	98.14	98.51	53	850	700	1150	140	430	200.4				
100	2.5	4.0	210	2100	2310	2.16	3.73	97.74	98.18	98.55	98.78	53	950	720	1250	175	650	200.4				
160	2.3	4.0	460	2350	2810	1.54	3.43	98.27	98.54	98.71	98.79	56	980	780	1350	220	850	200.4				
200	2.2	4.0	550	2850	3400	1.48	3.39	98.32	98.75	98.09	98.33	58	1100	810	1450	280	980	200.4				
250	2.1	4.0	600	3250	3850	1.37	3.33	98.48	98.73	98.88	99.01	58	1200	840	1500	320	1100	200.4				
315	2.0	4.0	710	3500	4610	1.31	3.30	98.56	98.79	98.94	99.05	59	1360	900	1550	380	1250	200.4				
400	1.9	4.0	840	4500	5440	1.22	3.25	98.66	98.87	99.01	99.10	60	1500	900	1550	390	1380	200.4				
500	1.8	4.0	980	5500	6480	1.17	3.22	98.72	98.88	99.07	99.12	60	1600	950	1600	460	1650	200.4				
630	1.8	4.0	1160	6300	7680	1.11	3.17	98.80	98.99	99.12	99.18	61	1650	960	1650	560	2050	200.4				
800	2.2	4.5	1580	10200	11780	1.21	3.22	98.55	98.80	99.96	99.02	61	1650	1020	1680	600	2200	200.4				
1000	1.8	5.0	1840	12100	13940	1.19	3.23	98.63	98.86	99.04	99.09	63	1780	1080	1750	720	2650	200.4				
1250	1.8	5.5	2160	15000	17160	1.29	4.10	98.65	98.88	99.06	99.11	63	1850	1150	1900	840	3200	200.4				
1600	1.6	6.0	2640	18100	20740	1.22	1.23	98.72	98.94	99.11	99.18	65	1850	1250	1980	920	3300	200.4				
2000	1.5	6.5	3000	22000	25000	1.26	4.61	98.75	98.98	99.15	99.21	65	2100	1250	2080	1200	4800	200.4				
2500	1.2	7.0	3250	28000	31250	1.22	4.59	98.76	98.99	99.18	99.23	68	2150	1350	2080	1450	5600	200.4				
3150	1.2	7.5	3750	33000	36750	1.19	4.68	98.83	99.06	99.24	99.29	69	2600	1600	2230	1800	6500	200.4				
4000	1.2	8.0	4570	41000	45570	1.21	5.10	98.86	99.07	99.23	99.33	72	2880	1850	2380	2200	7800	200.4				
5000	1.2	8.0	5400	46000	50400	1.25	5.37	98.99	99.18	99.33	99.38	72	3300	2150	2590	2800	9500	200.4				
6300	0.85	8.5	6500	47000	53500	1.06	5.55	98.15	99.30	99.42	99.49	77	3300	2250	2650	3200	11500	200.4				
8000	1.8	9.0	9000	57000	66000	1.07	5.85	98.18	99.32	99.42	99.48	77	3600	2850	2850	3600	13500	200.4				
10000	1.8	9.0	11000	85000	76000	1.05	6.13	99.24	99.36	99.45	99.47	76	3800	3000	3000	4200	15500	200.4				

Spesifikasi teknik mengikat, bisa berubah menurut teknologi dan prosedur kerja yang digunakan.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 4

### Spesifikasi Generator

MODEL		TP-C300-T1-60	
<p>Triton Power is a world leader in the design, manufacture of stationary, mobile and rental generator sets and Power Modules from 10 to 2000 kW. Through our commitment to quality we manufacture with only the highest quality components from companies like Cummins, John Deere, Perkins, Marathon, and Deep Sea. All of this plus our worldwide warranty, customer service professionals, is why Triton is the</p> <p><b>THE POWER OF QUALITY</b></p>			
<b>Available Voltage</b> 3 Phase 120/208, 110/220, 120/240, 277/480 <b>Power Factor 0.8</b>	Standby	kVA	375
		kW	300
	Prime	kVA	344
		kW	275

Standby : Continuous running at variable load for duration of an emergency. No overload is permitted on these ratings. In accordance with ISO 3046.

Prime : Continuous running at variable load for unlimited periods with 30% overload available for 1 hour in any 12 hour period. In accordance with ISO 8528, ISO 3046.

- High quality, reliable and complete power unit
- Compact design
- Easy start and maintenance
- Every generator set is subject to a comprehensive test program which includes full load testing and checking and providing of all control and safety shut down functions testing
- Full engineered with a wide range of options and accessories:
  - Sound Attenuated Enclosure
  - Trailer with fuel tank
  - UL Listed Fuel Tank
  - Permanent Magnet Generator
  - Electronic Governor

ENGINE INFORMATION		
ENGINE MAKE		CUMMINS
Model		QSL9-G5
Engine Speed		RPM 1800
Engine Power Output at rated rpm	kWm	310
	HP	415
Cooling		Radiator Cooled
Aspiration		Turbocharged & Air-cooled
Total Displacement	Liter	8.9
No. of Cylinders and Build		6-inline
Bore and Stroke	mm x mm	114 X 145
Compression Ratio		16.8:1
Governor		Electronic
Fuel Consumption (L/hr)	Full Load	75
	75% Load	55
	50% Load	36
Fuel Tank Capacity (Non-UL)	Liter	780
Oil Capacity	Liter	26.5
Coolant Capacity	Liter	15
Radiator Cooling Air	m <sup>3</sup> /min	480
<p>Diesel powered generator sets remain the number-one choice for standby and emergency power systems, worldwide. Able to start and assume load in less than 10 seconds, and rated load in a single step, Cummins diesel generator sets are the epitome of rugged dependability and reliable mechanical and electrical performance. Diesel generators are also well suited to utility peaking plants, Distributed Generation (DG) facilities, peak shaving (or peak lopping), and power management at large commercial or industrial sites.</p>		<p>As a mature technology, Cummins clean and modern diesel-powered generators offer these key benefits:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapid product availability</li> <li>• Proven reliability and low life-cycle costs</li> <li>• High efficiency and operational flexibility</li> <li>• High quality electrical performance</li> <li>• Well-established service and fuel supply infrastructure</li> <li>• Optional factory-integrated exhaust after treatments reduce emissions for high-hour use in environmentally sensitive locations.</li> </ul>

<b>CONTROLLER INFORMATION DEEP SEA MODEL 7420</b>		
<p>The DSE7420 is a control module for single gen-set applications. The module incorporates a number of advanced features to meet the most demanding on-site applications. The DSE7420 is an Automatic Start Control Module designed to start and stop diesel and gas generating sets that include electronic and non-electronic engines. The module includes USB, RS232 and RS485 ports as well as dedicated DSENet™ terminals for expansion device connectivity. The modules are simple to operate and feature a simple menu layout for improved clarity. Enhanced features include a real time clock for enhanced event and performance monitoring, Ethernet communications for low cost monitoring, dual mutual standby to reduce engine wear and tear, and preventative maintenance features to detect engine part faults prior to a major problem occurring.</p>		
<p><b>MAIN FEATURES:</b></p> 	<p><b>NEW FEATURES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutral position on breakers</li> <li>• Mains current protection</li> <li>• Improved mains detection 3phase 3 wire</li> <li>• Additional programmable logic</li> <li>• Improved modern diagnostics</li> <li>• Remote control sources (10) can be accessed via SCADA</li> <li>• Additional electrical trip options</li> <li>• Additional start delay functions</li> <li>• Oil pressure values from additional engines</li> <li>• Front panel editing of scheduler</li> <li>• Now displays kW as % of rated kW setting</li> </ul> <p><b>STANDARD FEATURES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backed up real time clock</li> <li>• True dual mutual standby with load balancing timer</li> <li>• Ethernet communications</li> <li>• Multiple date and time maintenance scheduler</li> <li>• 132 x 64 pixel LCD display</li> <li>• Configurable display languages</li> <li>• Programmable event logging (250), showing reason, date and time</li> <li>• Robust module enclosure</li> <li>• Five key menu navigation</li> <li>• Durable soft touch membrane buttons</li> <li>• Fully configurable via PC software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LED and LCD alarm indication</li> <li>• Engine exercise mode</li> <li>• Configurable start &amp; fuel outputs</li> <li>• kWh monitoring</li> <li>• Automatic load transfer</li> <li>• (11) Configurable inputs</li> <li>• (8) Configurable outputs</li> <li>• Configurable timers and alarms</li> <li>• Modbus RTU / TCP</li> <li>• Magnetic pick-up</li> <li>• Selected front panel programming</li> <li>• Multiple date and time exercise scheduler</li> <li>• Configurable display pages</li> <li>• Programmable load shedding/acceptance</li> <li>• Mutual standby</li> <li>• Preventative maintenance</li> <li>• kW overload protection</li> <li>• 3 alternative configurations</li> <li>• Unbalanced load protection</li> <li>• SMS messaging (external modem required)</li> <li>• Power save mode</li> <li>• Security levels - PC software has password system to control access to PC software features</li> <li>• Configuration file downloads from an external memory device</li> <li>• RS232 &amp; RS485 communications</li> <li>• DSENet® compatible</li> </ul>
<b>BENEFITS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 132 x 64 pixel ratio makes information easy to read</li> <li>• Real time clock provides accurate event logging</li> <li>• PC software is license free</li> <li>• Set maintenance periods can be configured to maintain optimum engine performance</li> <li>• Ethernet communications provides advanced remote monitoring at low cost</li> <li>• Modules can be integrated into building management systems</li> <li>• Preventative maintenance avoids expensive engine down time</li> <li>• Advanced PCB layout ensures high reliability</li> </ul>	
<b>OPERATION</b>	<p>The module is operated using the front STOP/RESET, MANUAL, AUTO, TEST and START pushbuttons. An additional pushbutton next to the LCD display is used to scroll through the modules metering displays.</p>	

### ALTERNATOR INFORMATION

Manufacturer	Stamford Newage - HCI444D
Design	Brushless single bearing, revolving field
Stator	2/3 pitch
Rotor	Single bearing, flexible disc
Insulation System	Class H
Standard Temperature Rise	125 -163°C Continuous
Exciter Type	Self Excited
Phase Rotation	A (U), B (V), C (W)
Alternator Cooling	Direct drive centrifugal blower fan
AC Waveform Total Harmonic Distortion	No load < 1.5%. Non distorting balanced linear load < 5%
Telephone Influence Factor (TIF)	<50 per NEMA MG1-22.43
Telephone Harmonic Factor (THF)	<2%

### STANDARD ITEMS

- Mainline Circuit Breaker
- Generator Set mounted on Heavy Duty Steel Base Frame
- Anti-Vibration Pads between Engine/Alternator and Frame
- 8 to 10 Hour Base Fuel Tank (up to 600 kW)
- Forklift Pockets within Base Frame (up to 400 kW)
- Battery Charging Alternator

### OPTIONAL ITEMS

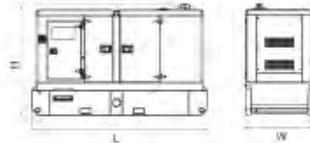
ENGINE OPTIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engine Block Heater</li> <li>• Racor Fuel Water Separator</li> <li>• Oil Heater</li> </ul>
ALTERNATOR OPTIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanent Magnet Generator</li> <li>• Anti-Condensation Heater</li> <li>• Oversized Alternator (Motor Starting)</li> </ul>
OTHER OPTIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sound Attenuated Enclosure with Critical Silencer (70 db at 7 meters)</li> <li>• Trailer (with or without fuel tank)</li> <li>• UL-142 Base Mounted Fuel Tank</li> <li>• Residential or Critical Grade Silencer</li> </ul>

## WEIGHT AND DIMENSIONS



### SKID MOUNTED GENERATOR

DIMENSIONS (LxWxH)	mm	Inquire
DRY WEIGHT	kg	Inquire



### SOUND ATTENUATED GENERATOR

DIMENSIONS (LxWxH)	mm	3900 x 1573 x 2306
DRY WEIGHT	kg	4014

#### FEATURES AND BENEFITS OF ENCLOSURE:

- All enclosure parts are modular
- No welding to reduce corrosion
- Doors on both sides for easy maintenance
- All metal parts are powder coated
- Critical Exhaust Silencer Included
- Thermally insulated exhaust system
- Emergency stop located on exterior
- Easy Lifting and Moving

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 5

### Biaya pengadaan RTG

PT PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO)  
DAN ENTITAS ANAK  
CATATAN ATAS LAPORAN KEUANGAN  
KONSOLIDASIAN (Lanjutan)  
Untuk Tahun-tahun yang Berakhir pada Tanggal  
31 Desember 2015 dan 2014 serta pada Tanggal  
1 Januari 2014/31 Desember 2013  
(Disejajarkan dalam Ribuan Rupiah, Kecuali Dinyatakan Lain)

PT PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO)  
AND SUBSIDIARIES  
NOTES TO CONSOLIDATED  
FINANCIAL STATEMENTS (Continued)  
For The Years Ended  
December 31, 2015 and 2014 and As of  
January 1, 2014/ December 31, 2013  
(Expressed in Thousands of Indonesian Rupiah,  
Unless Otherwise Stated)

#### 45. Perjanjian-Perjanjian dan Ikatan Penting (Lanjutan)

#### 45. Significant Agreements and Commitments (Continued)

- q. Sesuai Kontrak Nomor: HK.0502/09/P.III-2015 tanggal 7 Januari 2015, Perusahaan (pihak kesatu) melakukan kontrak Pekerjaan Pengadaan Sistem Conveyor Bongkar Untuk Terminal Multipurpose Teluk Lamong dengan PT. PP (Persero) Tbk (pihak kedua) dengan nilai kontrak sebesar Rp159.223.500. Perjanjian tersebut telah diperbaharui dengan kontrak dengan Nomor:HK.0502/545.1/P.III-2015 tanggal 11 Nopember 2015 dimana terdapat penambahan ruang lingkup pekerjaan yaitu perubahan Fixed Speed Conveyor System menjadi Variable Speed Conveyor System, penambahan backup motor dengan sistem plug and play, pembeulan sistem conveyor telescopic dan perubahan fabric cord belt menjadi steel cord belt yang mengakibatkan biaya pengadaan berubah menjadi sebesar Rp.201.394.500. Pihak Kedua harus menyediakan perlindungan asuransi construction all risk dengan nilai pertanggungan sebesar 110% dari harga kontrak sebelum PPN 10% selama berlangsungnya pelaksanaan pekerjaan sampai dengan tanggal Berita Acara Penyelesaian. Masa garansi untuk conveyor sistem adalah selama 365 hari kalender sejak PHO.

Pada 31 Desember 2015, kemajuan pekerjaan tersebut telah mencapai tingkat penyelesaian sebesar 65,06%.

- r. Sesuai Kontrak Nomor: HK.0502/230/P.III-2014 tanggal 6 Juni 2014, Perusahaan (pihak kesatu) melakukan kontrak pekerjaan pengadaan 11 (sebelas) Unit Automated Rubber Tyred Gantry Crane (A-RTG) TPKS dengan Konecranes Finland (pihak kedua) dengan nilai kontrak sebesar USD24.280.000 dengan metode DDU (Delivery Duty Unpaid). Perjanjian tersebut telah diperbaharui terakhir dengan Perjanjian Tambahan dengan No. HK.0502/340.1/P.III-2015 yang mengakibatkan penambahan biaya sebesar USD1.107.573 (angka penuh). Pihak kedua harus menyediakan perlindungan asuransi all risk dengan nilai pertanggungan sebesar 110% dan harga kontrak selama berlangsungnya pelaksanaan pengadaan sampai dengan tanggal Berita Acara Penyelesaian. Masa garansi untuk setiap unit alat adalah selama 365 hari sejak PHO dan masing-masing alat.

Pada 31 Desember 2015, kemajuan pekerjaan tersebut telah mencapai tingkat penyelesaian sebesar 73%.

- q. According to contract Number: HK.0502/09/P.III/2015 dated on January 7, 2015, the Company (first party) signed a procurement contract of Conveyor System for Unloading for Terminal Multipurpose Teluk Lamong with PT. PP (Persero) Tbk (second party) with the contract value of Rp159,223,500. The agreement has been renewed with contract Number: HK.0502/545.1/P.III-2015 dated on November 11, 2015 which is added an additional scope of work that changes Fixed Speed Conveyor System into Variable Speed Conveyor System, additional backup motor with plug and play system, constructing telescopic conveyor system and changes fabric cord belt into steel cord belt resulted the change of procurement cost become Rp201,394,500. The Second Party shall provide an all risk insurance protection with coverage value of 110% of contract price (exclude VAT 10%) during the procurement until the date of Provisional Hand Over. Warranty period for conveyor system is 365 calendar days since PHO of each crane.

As of December 31, 2015, the procurement progress reached 65.06% level of completion.

- r. According to contract No: HK.0502/230/P.III-2014 dated on June 6, 2014, the Company (first party) signed a procurement contract of 11 (Eleven) Units of Automated Rubber Tyred Gantry Crane for Terminal Patikemas Semarang (TPKS) with Konecranes Finland (second party) with contract value of USD24,280,000 adopting method of DDU (Delivery Duty Unpaid). The agreement has been renewed ended with second addendum No. HK.0502/340.1/P.III-2015. This addendum incurred an additional cost of USD1,107,573 (full amount). The second party shall provide an all risk insurance protection for each phase with coverage value of 110% of contract price until the date of Provisional Hand Over. Warranty period for each crane is 365 calendar days since PHO of each crane.

As of December 31, 2015, the procurement progress reached 73% of level of completion.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 6

### Biaya pengadaan ASC

PT PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO)  
DAN ENTITAS ANAK  
CATATAN ATAS LAPORAN KEUANGAN  
KONSOLIDASIAN (Lanjutan)  
Untuk Tahun-tahun yang Berakhir pada Tanggal  
31 Desember 2014 dan 2013  
(Disajikan dalam Ribuan Rupiah, Kecuali Dinyatakan Lain)

PT PELABUHAN INDONESIA III (PERSERO)  
AND SUBSIDIARIES  
NOTES TO CONSOLIDATED  
FINANCIAL STATEMENTS (Continued)  
For The Years Ended  
December 31, 2014 and 2013  
(Expressed in Thousands of Indonesian Rupiah,  
Unless Otherwise Stated)

#### 42. Perjanjian-Perjanjian dan Ikatan Penting (Lanjutan)

Kontrak Pekerjaan tersebut telah mencapai tingkat penyelesaian sebesar 100% sesuai dengan Berita Acara Serah Terima Pekerjaan I (BAST-I) No. BA.670.6/PR.03/TPR-2014 tanggal 1 September 2014 dan Pada 31 Desember 2013 mencapai tingkat penyelesaian 30,36%.

- o. Sesuai Kontrak No. HK.0502/67/P.III-2013 tanggal 1 Maret 2013 Perusahaan (Pihak kesatu) melakukan Kontrak Pekerjaan Pengadaan 10 (Sepuluh) unit Ship To Shore (STS) Crane Baru untuk Terminal Teluk Lamong Surabaya, dengan Konecranes Finland Corporation (Pihak Kedua) Perusahaan di Negara Republik Finlandia dengan ruang lingkup pengadaan alat, pekerjaan perakitan dan pendirian STS Crane, Pengtesan dan pengujian Peralatan. Harga untuk ruang lingkup (Phase 1,2 dan suku cadang) adalah sebesar USD77,476,499 (Angka Penuh) tidak termasuk PPN Impor, PPh Impor dan Bea Impor. Harga untuk phase I merupakan harga tetap (fixed price). Pihak kedua harus menyediakan perlindungan asuransi untuk kerusakan yang timbul terhadap barang - barang milik Perusahaan dan pihak lain selama berlangsungnya pelaksanaan Pengadaan sampai dengan tanggal Berita Acara Penyelesaian. Masa garansi untuk setiap unit STS Crane adalah 365 hari kalender sejak PHO dari masing-masing STS Crane.

Pada 31 Desember 2014 kemajuan Pekerjaan tersebut telah mencapai tingkat penyelesaian sebesar 100% untuk 5 unit STS.

- p. Sesuai Kontrak No. HK.0502/68/P.III-2013 tanggal 1 Maret 2013 Perusahaan (Pihak kesatu) melakukan Kontrak Pekerjaan Pengadaan 20 Automated Stacking Crane (ASC) Baru dan 5 (lima) Straddle Carries (SC) baru untuk Terminal Teluk Lamong Surabaya, dengan Konecranes Finland Corporation (Pihak Kedua) Perusahaan di Negara Republik Finlandia dengan ruang lingkup pengadaan alat, pemasangan dan instalasi, Pengtesan dan pengujian Peralatan dan masa garansi dengan harga ruang lingkup (Phase 1 dan 2) sebesar USD65,998,100 (Angka Penuh) tidak termasuk PPN Impor, PPh Impor dan bea masuk Impor.

#### 42. Significant Agreements and Commitments (Continued)

The work progress reached a 100% level of completion in accordance with the minutes of Job Handover I (BAST-I) No. BA.670.6/PR.03/TPR-2014 dated September 1, 2014 and As of December 31, 2013, the Work Progress reached 30.36% level of completion.

- o. According to the contract No. HK.0502/67/P.III-2013 dated on March 1, 2013, the Company (First party) entered into a purchase contract of 10 (ten) units of Ship To Shore (STS) New Cranes for Terminal Teluk Lamong Surabaya, with Konecranes Finland Corporation (Second Party). The Company's scope of work covers the work of procurement, assembling work and the establishment of STS Crane, testing and equipment test. The cost of the scope (Phase 1.2 and spare parts) amounted to USD77,476,499 (Full Amount) excluding Import VAT, Import Tax and Import Duty. The cost for phase I is a fixed price (fixed price). The second party would provide insurance coverage for the possible damages of the goods during the implementation of the Acquisition date of the Minutes of Settlement. The warranty period for each unit of STS Crane extends within working calendar 365 days from the PHO for each STS Crane.

As of December 31, 2014, the work progress reached a 100% level of completion in 5 units STS.

- p. According to the statement of work No. HK.0502/68/P.III-2013 dated March 1, 2013, the Company (First party) entered into a purchase contract of 20 New Automated Stacking Cranes (ASC) and five (5) new Straddle Carries (SC) for Terminal Teluk Lamong Bay Surabaya, with Konecranes Finland Corporation (Second Party), a company in Republic of Finlandia with business scope of procurement tools, mounting and installation, testing and equipment test and warranty period at a price scope (Phase 1 and 2) amounting to USD65,998,100 (Full Amount) exclusive of import VAT, income tax and import duties.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 7

### Surat pengambilan data



Nomor : HK 0301 / 05.1 / TTL / 0 - 2016  
 Klasifikasi : Biasa  
 Lampiran : -  
 Perihal : Persetujuan Pengambilan Data.

Surabaya, 03 Februari 2016

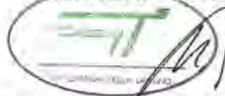
Yth. Ketua Jurusan  
 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
 Fakultas Teknologi Kelautan  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

di

**SURABAYA**

1. Menindaklanjuti Surat Saudara Nomor: 074745/IT2.4.1.2/PP.05.02/2015 tanggal 30 Desember 2015 perihal permohonan pengambilan data tugas akhir, maka kami beritahukan bahwa permohonan dimaksud dapat disetujui.
2. Sehubungan butir 1 di atas, mahasiswa an. Elton Kristian Silalahi (NRP. 4214105026) dapat melakukan pengambilan data tugas akhir di PT Terminal Teluk terhiling mulai tanggal 4-19 Februari 2016.
3. Demikian disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

DIREKSI PT TERMINAL TELUK LAMONG  
 DIRECTOR OF GENERAL AFFAIR AND FINANCE



**HARIYANA**

*„halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 8

### Faktor K (PLN)

#### PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK BEBERAPA GOLONGAN TARIF TAHUN 2014 PER 1 JULI 2014

Dengan ini diberitahukan kepada pelanggan PT PLN (Persero) bahwa Tarif Tenaga Listrik bagi beberapa golongan tarif akan mengalami perubahan mulai tanggal 1 Juli 2014. Perubahan tersebut berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 09 Tahun 2014 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

Pelanggan yang akan mengalami perubahan tarif tenaga listrik semenjak 1 Juli 2014 secara bertahap dua bulanan sampai 1 Nopember 2014 adalah:

1. Golongan Tarif R-1/TR, untuk Rumah Tangga skala kecil dengan daya 1.300 VA.
2. Golongan Tarif R-1/TR, untuk Rumah Tangga skala kecil dengan daya 2.200 VA.
3. Golongan Tarif R-2/TR, untuk Rumah Tangga skala menengah dengan daya 3.500 VA sampai dengan 5.500 VA.
4. Golongan Tarif I-3/TM, untuk Industri skala menengah dengan daya di atas 200 kVA, dan merupakan perusahaan Tertutup (*Non Go Public*).
5. Golongan Tarif P-2/TM, untuk Pemerintah skala besar dengan daya diatas 200 kVA.
6. Golongan Tarif P-3/TR, untuk Penerangan Jalan Umum.

Adapun tahapan dan besaran tarif tenaga listrik yang mengalami perubahan adalah sbb :

#### TAHAPAN PENYESUAIAN TTL 2014

NO	GOLONGAN TARIF	BATAS DAYA	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp.kVArh)		
			Tahap I	Tahap II	Tahap III
			1 Juli sd 30 Agus	1 Sep sd 31 Okt	mulai 1 Nop
1	R-1/TR	1.300 VA	1.090	1.214	1.352
2	R-1/TR	2.200 VA	1.109	1.224	1.352
3	R-2/TR	3.500 s/d 5.500 VA	1.210	1.279	1.352
4	P-2/TR	Daya >200 kVA	Blok WBP : K x 999 Blok LWBP : 999 kVARh : 1.081	Blok WBP : K x 1.054 Blok LWBP : 1.054 kVARh : 1.139	Blok WBP : K x 1.115 Blok LWBP : 1.115 kVARh : 1.200
5	P-3/TR		1.104	1.221	1.352
6	I-3/TM Non Tbk	Daya >200 kVA	Blok WBP : K x 896 Blok LWBP : 896 kVARh : 964	Blok WBP : K x 999 Blok LWBP : 999 kVARh : 1.075	Blok WBP : K x 1.115 Blok LWBP : 1.115 kVARh : 1.200

K : Faktor perbandingan pemakaian saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dengan pemakaian Waktu Beban Puncak (WBP), di mana saat ini K= 1,5

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan analisa teknis, lokasi penempatan Automatic Stacking Crane (ASC) di pelabuhan harus berlokasi khusus dan dekat dengan gedung control dan cubicle power dari PLN, lebih rendah getaran, suara, dan tidak menghasilkan emisi gas dikarenakan tidak memiliki generator seperti Rubber Tyred Gantry Crane (RTG Crane), lebih menjamin keselamatan operator, karena operator berada di dalam gedung control, bukan di atas crane, memiliki jalur rel sendiri yang mengakibatkan akurasi jalur yang lebih baik tetapi mengurangi fleksibilitas, lebih rumit dalam transmisi daya dikarenakan daya bersumber dari PLN yang membutuhkan instalasi khusus, lebih mudah dalam mengontrol dan memonitoring crane karena dibantu beberapa sensor, dan integrasi data yang lebih baik.
2. Pada analisa ekonomis, Automatic Stacking Crane (ASC) lebih murah untuk biaya operator sebesar Rp.259.200.000 di tahun pertama , operasional sebesar Rp.36,042,715,800 di tahun pertama, pemeliharaan sebesar Rp. 331,778,000 di tahun pertama, memiliki pengeluaran yang sedikit sebesar Rp.38,452,418,490 setelah setahun beroperasi dan pemasukan yang banyak sebesar Rp. 131,453,181,510 setelah setahun beroperasi, lebih mahal untuk biaya. pengadaan crane yaitu sebesar Rp.442,357,353,900
3. Berdasarkan analisa ekonomis, Automatic Stacking Crane (ASC) lebih lama dalam tahun pelunasan yaitu di tahun ke 4
4. Berdasarkan analisa ekonomis, Automatic Stacking Crane (ASC) lebih baik untuk investasi jangka panjang karena setelah tahun ke 16, aliran kas lebih banyak 11,767,574,905.

## **5.2 Saran**

1. Mengkaji penggunaan Automatic Stacking Crane pada berbagai pelabuhan di Indonesia
2. Melakukan riset pasar untuk mendapatkan harga pengadaan Automatic Stackin Crane yang lebih murah

## DAFTAR PUSTAKA

- Drs. Daryanto.1992..*Alat Pesawat Pengangkut*. Cirebon.Rineka Cipta
- Fredrick, Johnson. 2010. *Efficienct use of energy in container cranes*. ABB AB Crane System. Swedia
- Hans, Cederqvist. 2010. *Investment vs. operating cost: A comparison of automatic stacking cranes and RTGs*. ABB Crane System. Sweden
- Konecranes,, [2013] Fuel Saving products for RTG Increase efficiency and reduce emissions Journal Officel
- Lasee.2014..*Manajemen Kepelabuhan*.Jakarta, Grafindo Persada
- Maslufi, Andita Yoggi. 2012. *Studi Pemanfaatan rugi daya pada rubber tyred ganty crane saat proses bongkar muat di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya*. Digilib ITS.
- Rudenko.N.1996. *Mesin Pengangkat*.Jakarta, Erlangga
- Starcest Consulting Group, LLC. 2009. *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane Load Factor Study*. Port Long Beach The green Port. USA
- Triadmodjo, Bambang.1996..*Pelabuhan*.Yogyakarta.
- Timo, Alho, dkk. 2014. *Converting a manual RTG terminal to an AutoRTG terminal*. Kalmar. Germany
- [www.digilib-its.ac.id/ITS-Undergraduate-16520-2408100502](http://www.digilib-its.ac.id/ITS-Undergraduate-16520-2408100502)  
(diakses 12/31/20015, 18:00 wib)
- [www.majalah.dermaga.com/crane-semi-otomatis](http://www.majalah.dermaga.com/crane-semi-otomatis)  
(diakses 12/31/2015, 20:00 wib)
- [www.industri.bisnis.com/pengembangan-pelabuhan-teluk-lamong](http://www.industri.bisnis.com/pengembangan-pelabuhan-teluk-lamong)  
(diakses 12/31/2015, 21:00 wib)

“halaman ini sengaja dikosongkan”

**LAMPIRAN****LAMPIRAN 1****Spesifikasi Automatic Stacking Crane****LAMPIRAN 2****Spesifikasi Rubber Tyred Gantry Crane****LAMPIRAN 3****Kebutuhan Minyak Trafo****LAMPIRAN 4****Spesifikasi Generator****LAMPIRAN 5****Biaya pengadaan RTG****LAMPIRAN 6****Biaya pengadaan ASC****LAMPIRAN 7****Surat pengambilan data****LAMPIRAN 8****Faktor K (PLN)**

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



Elton Kristian Silalahi lahir di Desa Gunung Marijo 10 April 1993. Merupakan anak keempat dari pasangan orang tua Franto Silalahi dan Tiro Mangapul Panggabean. Masa kecil penulis dihabiskan di Kota Pandan, Tapanuli Tengah. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD. Santo Fransiskus Pandan, SMPN 2 Pandan Nauli dan SMAN 1 Matauli Pandan. Penulis kemudian melanjutkan studinya di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2011 pada D3 Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal melalui jalur PMDK, lulus pada tahun 2014, lalu pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Fakultas Teknologi Kelautan, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Selama masa studi di ITS penulis aktif mengikuti kegiatan di Laboratorium Marine Electrical & Automation System (MEAS). Penulis kemudian mengambil tugas akhir di bidang Marine Automation System.

*“halaman ini sengaja dikosongkan”*