



TUGAS AKHIR - ME184834

**PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA
PERALATAN CSU-2 MENGGUNAKAN
METODE RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) II**

Avecenna Amarullah Versaputra
NRP. 0421164000074

DOSEN PEMBIMBING
NURHADI SISWANTORO, ST., MT.
DR. ENG. M. BADRUS ZAMAN, S.T., M.T.

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya



TUGAS AKHIR - ME184834

**PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA
PERALATAN CSU-2 MENGGUNAKAN METODE
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II**

Avecenna Amarullah Versaputra
NRP 0421164000074

DOSEN PEMBIMBING
NURHADI SISWANTORO, ST., MT.
DR. ENG. M. BADRUS ZAMAN, S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS - ME184834

**DETERMINATION OF MAINTENANCE STRATEGY
FOR CSU-2 USING RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) II METHOD**

Avecenna Amarullah Versaputra
NRP 04211640000074

Supervisors :
NURHADI SISWANTORO, ST., MT.
DR. ENG. M. BADRUS ZAMAN, S.T., M.T.

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA
PERALATAN CSU-2 MENGGUNAKAN METODE
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Digital Marine Operation & Maintenance
(DMoM)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Insitut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis :

Avecenna Amarullah Versaputra
NRP. 04211640000074

Disetujui Oleh
Pembimbing Tugas Akhir,

Nurhadi Siswanto S.T., M.T.
NIP. 1992201711049

()

Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007

()

SURABAYA, 24 JULI 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA PERALATAN CSU-
2 MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) II**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik

Pada

Bidang Studi Digital Marine Operation & Maintenance (DMoM)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Insitut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis :

Avecenna Amarullah Versaputra
NRP. 0421164000074



NIP. 197903192008011008

SURABAYA, 24 JULI 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA PERALATAN CSU-2 MENGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II

Nama mahasiswa : AVECENNA AMARULLAH VERSAPUTRA
NRP : 04211640000074
Pembimbing : 1. Nurhadi Siswanto, S.T., M.T.,
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman, peningkatan jumlah, macam dan teknologi asset fisik berupa alat bongkar muat juga meningkat. Hal ini berimplikasi pada strategi untuk melakukan perawatan pada alat tersebut. Salah satu alat bongkar/muat Terminal Untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik (TUKS PG) adalah *Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2)* yang berfungsi sebagai alat bongkar material curah untuk menunjang kegiatan produksi PT. Petrokimia. CSU 2 adalah alat yang mempunyai rata-rata waktu *downtime* paling tinggi diantara alat bongkar/muat lain. Komponen berupa *screw conveyor*, merupakan salah satu penyumbang tertinggi *downtime* sekaligus merupakan komponen kritis pada CSU 2 yang berfungsi sebagai komponen pengangkut material curah. Hal ini berdampak pada meningkatnya tarif bongkar/muat. Penelitian ini dimulai dengan perumusan masalah, pengumpulan data, mendeskripsikan sistem lalu menganalisa sistem tersebut dengan metode *reliability Centered Maintenance II*. *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* akan mengidentifikasi fungsi sistem, kegagalan sistem dan penyebabnya, dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasil dari penelitian diharapkan akan bisa menentukan *Maintenance Task* yang bisa menjadi pertimbangan perusahaan untuk menentukan model maintenance pada *screw Conveyor CSU 2*.

Kata kunci: *RCM II, Maintenance Task, CSU, Screw Conveyor*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA PERALATAN CSU-2 MENGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II

Nama mahasiswa : AVECENNA AMARULLAH VERSAPUTRA
NRP : 04211640000074
Pembimbing : 1. Nurhadi Siswantoro, S.T, M.T..
2. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

ABSTRAK

Physical asset's varieties and technologies are increasing along with the time. Because of this, the strategy to do the maintenance program is also increased based to the asset. Continuous Ship Unloader (CSU) 2 is one of the asset that belongs to PT. Petrokimia Gresik, and utilized for continuous transport of bulk materials. The utilization of CSU also support the production of PT. Petrokimia. The downtime rate of CSU 2 is one of the most high among another loading/unloading asset. Screw conveyors not only the main components of CSU 2, but also the major contributor of the downtime that occurs in CSU 2. Screw conveyor's main function is to transport bulk materials from the cargo vessel to belt conveyor installed at port. The impact of high rate of downtime that occurs is to loading/unloading tariff for PT. Petrokimia. This research is started with gathering problems, collecting data, describe the system, and analyzing the system with Reliability Centered Maintenance (RCM) II methods. Reliability Centered Maintenance (RCM) II will identified the primary and secondary function of the system, the functional failure, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). The result of this studi inform to determine the maintenance task that can be considered by the corporation to do the maintenance for screw conveyor of continuous ship unloader.

Kata kunci: *RCM II, Maintenance Task, CSU, Screw Conveyor.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas rahmat dan kuasa Allah SWT, karena dengan nikmat rahmat, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, lancar dan tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul “PENENTUAN STRATEGI PERAWATAN PADA PERALATAN CSU-2 MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II” ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program strata satu teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam menulis tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dari beberapa pihak seperti sebagai berikut :

1. Allah SWT atas segala nikmat dan kuasa-Nya, serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah memimpin kita ke jalan yang benar,
2. Ayah dan Ibu yang senantiasa memberikan dukungan dan doa,
3. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
4. Bapak Nurhadi Siswantowo, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis,
5. Tim penguji bidang DMOM, Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T., Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE., Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc., Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc. dan Bapak Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.,
6. Bapak Dr. A.A B. Dinariyana D.P, ST., M. Eng., selaku dosen wali penullis selama belajar di Teknik Sistem Perkapalan ITS,
7. Riska Amalia Permatasari yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi hingga pengalaman sepanjang penulisan tugas akhir,
8. Ilham Raka Pramudya dan Saudara-saudari Teknik Sistem Perkapalan selaku penyemangat dan motivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman Maintenance Consultant selaku grup bimbingan penulis selama penyelesaian tugas akhir.

Surabaya, 25 Juli 2020

Avecenna Amarullah Versaputra

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Kontribusi	3
BAB 2.....	5
2.1 Ikhtisar Permasalahan	5
2.2 <i>Continous Ship Unloader 2 (CSU 2)</i>	11
2.2.1 <i>Material Flow Continous Ship Unloader 2 (CSU 2)</i>	13
2.2.2 Spesifikasi <i>Continous Ship Unloader 2 (CSU 2)</i> milik TUKS PG 13	
2.3 Definisi Perawatan	14
2.4 <i>Society of Automative Engineers (SAE International)</i>	15
2.4.1 SAE JA1011	15
2.4.2 SAE JA1012.....	15
2.5 <i>Reliability Centered Maintenance (RCM) II</i>	16
2.5.1 Definisi	16
2.5.2 Manfaat RCM.....	16
2.5.3 Tujuh Pertanyaan Dasar RCM	16
2.5.4 Langkah Langkah Utama RCM	18
2.5.5 <i>RCM II Information Sheet</i>	19
2.5.6 <i>RCM II Decision Process</i>	19
BAB 3.....	21
3.1 Perumusan Masalah	22
3.2 Studi Literatur dan Studi Lapangan	22
3.3 Pengumpulan Data	22
3.4 Mendeskripsikan Sistem	22
3.5 Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	23
3.6 Menentukan Maintenance Task	23

3.7	Kesimpulan	24
BAB 4	25
4.1	Pengumpulan Data	25
4.2	Mendeskripsikan Sistem	25
4.2.1	Komponen Vertical conveyor <i>Continous Ship Unloader 02</i>	25
4.2.2	Komponen <i>Horizontal Conveyor Continous Ship Unloader 02</i> ...	27
4.2.3	Komponen <i>Gantry Conveyor 1 Continous Ship Unloader 02</i>	29
4.2.4	Komponen <i>Gantry Conveyor 2 Continous Ship Unloader 02</i>	31
4.3	Analisa <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	32
4.4	Menentukan Maintenance Task	33
BAB 5	35
5.1	Kesimpulan	35
5.2	Saran	35
Daftar Pustaka	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Alat Bongkar/Muat Pt. Petrokimia Gresik	6
Tabel 2.2 Rincian Tarif Bongkar/Muat TUKS PG 2018	8
Tabel 2.3 Tarif Bongkar/Muat Curah	8
Tabel 2.4 Perbandingan Waktu <i>downtime</i> CSU dan KC di Tahun 2018 dan 2019	9
Tabel 2.5 Daftar Kerusakan <i>screw Conveyor</i> CSU 2 Tahun 2018	9
Tabel 2.6 Equipment Code Komponen Yang Diteliti.....	13
Tabel 2.7 <i>RCM II information Sheet</i>	19
Tabel 2.8 Contoh RCM II <i>Decision Worksheet</i>	19
Tabel 4.1 <i>Asset register Vertical Conveyor CSU 2</i>	26
Tabel 4.2 <i>Asset register Horizontal Conveyor CSU 2</i>	27
Tabel 4.3 <i>Asset register Gantry Conveyor 1 CSU 2</i>	29
Tabel 4.4 <i>Asset register Gantry Conveyor 2 CSU 2</i>	31
Tabel 4.5 Hasil Akhir Konsekuensi <i>Failure Mode</i>	33
Tabel 4.6 Hasil Akhir Maintenance Task	33

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Proses Bongkar Melalui CSU</i>	13
Gambar 2.2 Sketsa CSU 2	14
Gambar 2.3 Material Flow CSU 2	15
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian.....	20

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perekonomian pada dunia industry saat ini terus berkembang dan menuntut suatu perusahaan untuk terus meningkatkan mutu dan efisiensi produksinya. Hal ini berkaitan dengan mengurangi biaya dan meningkatkan keuntungan. Kesiapan alat produksi hingga alat distribusi merupakan salah satu aspek yang mendukung untuk kegiatan produksi suatu perusahaan. Perawatan alat juga menjadi strategi untuk berperan untuk produksi suatu perusahaan. (Mendes, 2014)

Kegiatan perawatan pada dasarnya adalah suatu kegiatan untuk menjadikan suatu alat untuk tetap beroperasi dan bekerja seperti yang telah ditentukan. Perawatan penting untuk menunjang performa alat agar tidak mengalami kegagalan dan bisa tetap mendukung kegiatan produksi. Kegagalan pada alat dapat terjadi dan menghasilkan kerugian ekonomi yang merupakan dampak dari terhambatnya proses produksi. Perawatan menurut kegiatannya terbagi menjadi dua, yaitu *preventive maintenance* dan *Corrective maintenance*.

Tindakan perawatan memiliki berbagai kegiatan seperti pelumasan, testing, penggantian terencana sesuai dengan masa pakai, sampai dengan *overhaul*. Namun selain itu, perawatan juga bisa digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan kegagalan yang mungkin terjadi. (Selvik, 2011)

Suatu mesin terdiri dari berbagai macam komponen penting yang berjalan melengkapi satu sama lain, sehingga apabila satu komponen mengalami kegagalan akan mengakibatkan kerusakan mesin. Semakin tinggi frekuensi kegagalan komponen akan menyebabkan menurunnya kehandalan suatu mesin. Rendahnya keandalan suatu alat akan menyebabkan tingginya biaya untuk pemeliharaan dan kehilangan biaya peluang untuk memproduksi atau mendistribusi suatu produk.

PT. Petrokimia Gresik (PG) merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pupuk dan bahan kimia. PT. Petrokimia Gresik (PG) memiliki Departemen Pengelolaan Pelabuhan yang bertugas untuk mengawasi bongkar muat pada Terminal untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik (TUKS PG) dan *material handling* bahan produk dan bahan kimia yang ada. 80% material yang ditangani Terminal untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik (TUKS PG) adalah berbentuk material curah, sisanya adalah material berbentuk liquid dan *in bag*. Kegiatan bongkar muat TUKS PG bertumpu pada dermaga utama dengan persentase *jetty utilization* mencapai 91% dibanding dengan 3 dermaga lainnya. Dermaga utama memiliki beberapa alat bongkar/muat, salah satunya adalah *Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2)*. CSU 2 adalah alat bongkar material Phosphate Rock, MOP, dan Sulphur yang berbentuk curah pada dermaga utama TUKS PG.

Rata-rata tonnase bongkar yang tinggi mengakibatkan *Downtime* pada CSU 2 juga yang tertinggi diantara alat bongkar/muat lainnya. Tingginya *downtime* mempengaruhi utilitas CSU 2 yang dapat berdampak pada tarif bongkar material. Pengertian *downtime* adalah waktu suatu komponen hingga sistem tidak dapat digunakan, sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. (Utomo, 2018) Hal ini disebabkan oleh tariff pembongkaran dengan menggunakan *external equipment* lebih mahal 4 kali lipat dibanding dengan

menggunakan *internal equipment* milik TUKS PG. Dalam melakukan kegiatan pemeliharaan, divisi pemeliharaan PT. PG memiliki subdivisi yang menangani asset di TUKS PG, yaitu : mekanik, sipil, las, dan listrik. Kegiatan divisi mekanik pada CSU 2 memiliki sekitar 90% dari total *Downtime*.

Screw conveyor adalah sistem konveyor pada CSU 2 yang berfungsi sebagai pengirim material dari CSU menuju belt konveyor pada dermaga utama TUKS PG. *Screw Conveyor* memiliki peran vital pada CSU 2, sehingga apabila terjadi kerusakan akan mempengaruhi kehandalan alat. *Screw conveyor* pada CSU 2 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu : vertical conveyor, horizontal conveyor dan gantry conveyor. Oleh karena itu, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kehandalan CSU 2 adalah melakukan penjadwalan pemeliharaan dan perawatan setiap komponen pada alat bongkar/muat yang dimiliki dermaga utama.

Saat ini, kegiatan untuk perawatan *screw conveyor* masih bersifat *preventive maintenance* dan *predictive maintenance* dari adanya jadwal perawatan ringan hingga berat serta pengecekan secara visual oleh Bagian Pemeliharaan yang ada pada Departemen Pengelolaan Pelabuhan. Namun, kegiatan ini belum maksimal dikarenakan penyebab utama kegagalan atau *function failure* masih belum ditemukan sehingga tidak bisa diantisipasi.

Penjadwalan pemeliharaan penting karena biaya pemeliharaan memiliki nilai yang signifikan terhadap total tarif bongkar/muat Departemen Pengelolaan Pelabuhan. Tujuan dari penjadwalan perawatan ini adalah untuk meningkatkan *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan mengurangi *Meant Time To Repair (MTTR)*. Dengan hal tersebut, diharapkan bisa meningkatkan nilai keandalan dari alat CSU 2.

Reliability Centered Maintenance II (RCM) merupakan dasar untuk kegiatan perawatan yang mengembangkan penjadwalan *preventive maintenance*. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan alat akan dapat dimaksimalkan jika *preventive maintenance* dibuat dengan baik. (Moubray, 1997)

Penelitian ini akan mencari kegagalan yang mungkin terjadi, mode kegagalan beserta efeknya pada system *screw conveyor CSU 2 PT. Petrokimia Gresik* dan membuat *maintenance task* dengan metode *Reliability Centered Maintenance II (RCM)* agar mengetahui tindakan perawatan yang tepat pada tiap komponen.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi mode kegagalan yang mungkin terjadi beserta efeknya pada system *screw conveyor CSU 2 PT. Petrokimia Gresik* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sesuai dengan RCM II.
2. Bagaimana menentukan *maintenance task* yang sesuai pada komponen system *screw conveyor CSU 2 PT. Petrokimia Gresik* berdasarkan *decision diagram* pada RCM II.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui mode kegagalan yang mungkin terjadi beserta efeknya pada system *screw conveyor CSU 2 PT. Petrokimia Gresik* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sesuai dengan RCM II.

2. Menentukan *maintenance task* untuk perawatan system *screw conveyor CSU 2 PT*. Petrokimia Gresik berdasarkan *decision diagram* pada RCM II.

1.4 **Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan analisis RCM dengan standart RCM II oleh John Moubray.
2. Objek pada penelitian ini adalah *screw conveyor system CSU 2 PT*. Petrokimia Gresik.
3. Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisa biaya perawatan.

1.5 **Kontribusi**

- a) Memberikan saran yang dapat direkomendasikan kepada pihak pemeliharaan TUKS PT. Petrokimia Gresik dalam melakukan perawatan pada system *screw conveyor CSU 2*.
- b) Sebagai sarana untuk mengevaluasi dan membandingkan sistem perawatan pada sistem *screw conveyor* yang selama ini telah dilakukan.
- c) Informasi yang tersedia dapat membantu staf/ pekerja baru untuk menjalankan kegiatan pemeliharaan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Pada bab kajian pustaka ini akan diberikan penjelasan mengenai hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini serta menjabarkan berbagai teori yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

2.1 Ikhtisar Permasalahan

Proses bongkar muat pada suatu terminal saat ini memerlukan beberapa alat bongkar muat yang memiliki kapasitas dan keandalan yang dikehendaki oleh pengguna alat atau *user*. Kapasitas yang dimaksud adalah kemampuan untuk membongkar dan atau memuat suatu barang dalam nilai tertentu. Seiring dengan perkembangan zaman, peningkatan jumlah, macam dan teknologi asset fisik berupa alat bongkar muat juga meningkat. Hal ini juga berimbas pada strategi untuk melakukan perawatan pada alat tersebut. Pentingnya melakukan perawatan pada alat adalah karena kegiatan perawatan juga secara langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi produk produksi. (Oguzhan Yavuz, 2019) Dampak dari kurangnya perhatian untuk perawatan suatu alat akan membuat waktu *downtime* suatu alat atau sistem menjadi bertambah dan akan mempengaruhi kemampuan produksi asset fisik sehingga meningkatkan biaya dan dapat mengganggu kepuasan pelanggan. (Arunraj N.S, 2006) Sehingga, saat ini perawatan juga merupakan strategi perusahaan untuk bersaing dengan perusahaan lain. (Sudrajat, 2011) Akan tetapi, jika dalam praktik pelaksanaan perawatan dilakukan dengan cara yang buruk maka juga akan menghasilkan hasil yang buruk untuk sebuah sistem.

PT. Petrokimia Gresik (PG) merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri pupuk dan bahan kimia. PG memiliki Departemen Pengelolaan Pelabuhan yang bertugas untuk mengawasi bongkar/muat pada Terminal untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik (TUKS PG) dan material *handling* bahan produk dan bahan kimia yang ada. TUKS PG memiliki empat dermaga, yaitu : (Sendiri, 2018)

1. Dermaga Utama

Dermaga ini adalah dermaga yang paling sering digunakan oleh PG untuk bongkar muat bahan-bahan produksi. Dan juga memiliki alat bongkar/muat dengan jumlah terbanyak.

2. Dermaga Unit Batu Bara (UBB)

Dermaga yang khusus digunakan untuk bongkar material batubara untuk supplai PT. Petrokimia Energy.

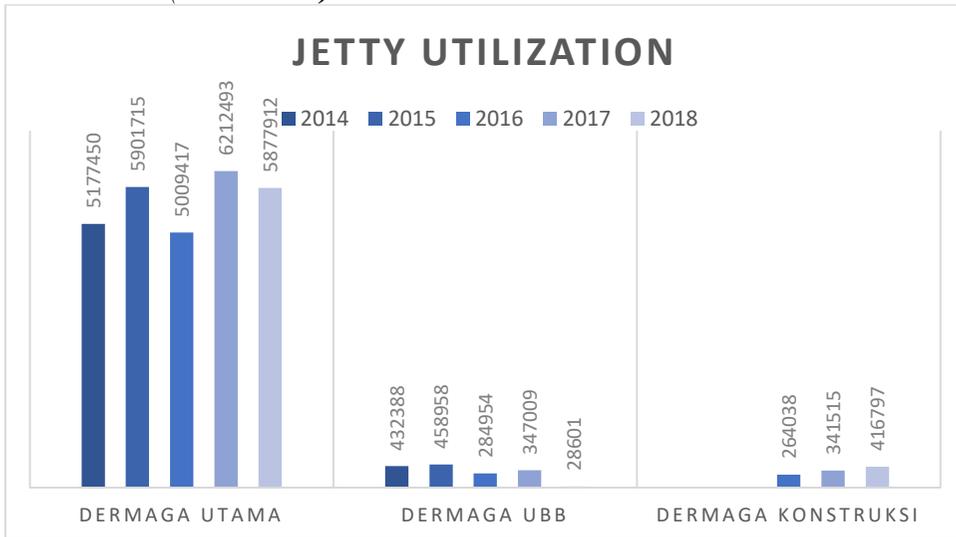
3. Dermaga Konstruksi

Tujuan dermaga ini dibangun adalah untuk menunjang kegiatan konstruksi pembangunan pabrik Ammurea.

4. Dermaga C

Dermaga C adalah dermaga baru milik PT. Petrokimia Gresik yang digunakan untuk muat produk gypsum yang diangkut dengan tongkang.

Penggunaan dermaga TUKS PG pada tahun 2018 dapat dilihat dengan *Jetty Utilization* masing-masing dermaga, kecuali Dermaga C karena baru diresmikan pada Desember 2019. (**Gambar 2.1**).



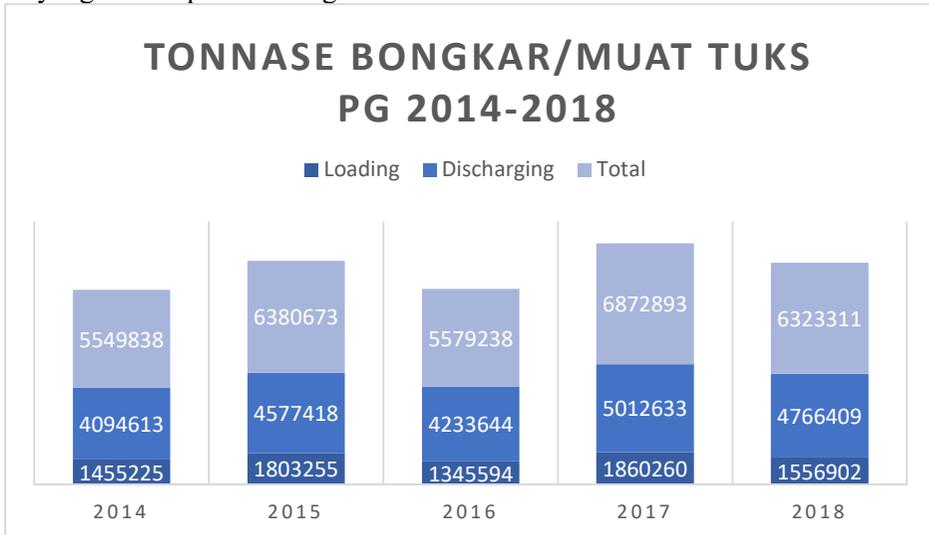
Gambar 2.1 *Jetty Utilization* TUKS PG 2014-2018

Jetty Utilization pada dermaga Utama mencapai persentase 91% untuk kegiatan bongkar/muat dengan total tonnase 5.877.912 ton. Selain memiliki persentase *jetty utilization* yang cukup tinggi dibanding dengan dermaga lain, dermaga utama memiliki *berth occupancy ratio* (BOR) sebesar 66,9%. (Sendiri, 2018) Berdasarkan rekomendasi dari UNCTAD, dermaga yang memiliki BOR lebih dari 60% tergolong tinggi. (Fikri, 2016) hal ini juga dikarenakan oleh dermaga utama yang menjadi pusat bongkar/muat TKS PG. Sehingga alat bongkar/muat yang sering digunakan adalah alat yang berada pada dermaga utama.

Tabel 2.1 Daftar Alat Bongkar/Muat Dermaga Utama

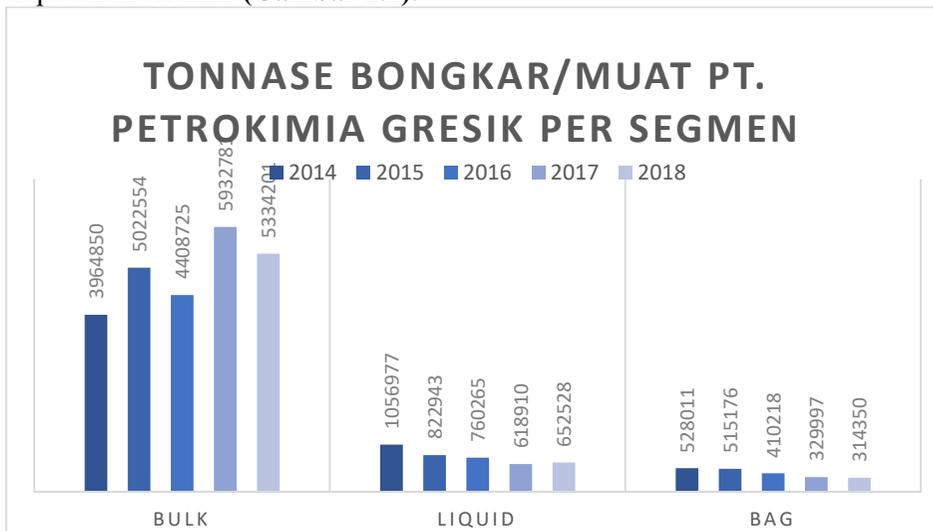
Nama Alat	Spesifikasi	Material
<i>Continous Ship Unloader 1 (CSU 1)</i>	1000 ton/jam, Curah	P. Rock, MOP
<i>Continous Ship Unloader 2 (CSU 1)</i>	1000 ton/jam, Curah	P. Rock, MOP, Sulphur
<i>Kangaroo Crane 1 (KC 1)</i> (Belom Beroperasi-Baru)	500 ton/jam, Curah	MOP, ZA, Sulphur, Urea, DAP, P. Rock, SP-36
<i>Kangaroo Crane 2 (KC 2)</i>	300 ton/jam, Curah	Belum ada data
<i>Marine Loading Arm (MLA)</i>	Max Pressure : 10 Bar, Temperature : -40 – 40 °C, Liquid	NH3
<i>Ship Loader – Non-Aktif</i>	-	
<i>New Ship Loader – Non-Aktif</i>		

Alat yang digunakan untuk menunjang kegiatan bongkar muat yang dimiliki TUKS PG beserta kapasitasnya pada dermaga utama per tahun 2018 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**. Alat yang digunakan untuk bongkar material curah dan berkapasitas tinggi dibanding alat lain yang berada pada dermaga utama adalah CSU 1 dan CSU 2.



Gambar 2.2 Tonnase Bongkar/Muat TUKS PG Tahun 2014-2018

Pada tahun 2018, penjualan pupuk PG meningkat hingga 4% menjadi 5.482.612 ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 86.9% atau sejumlah 4.766.409 Ton distribusi penjualan pupuk PG adalah melalui TUKS PG. Angka tersebut menunjukkan bahwa TUKS PG adalah pintu utama dalam distribusi produk. Untuk menjamin kelancaran proses distribusi dan menjaga harga bongkar/muat, TUKS PG dan alat bongkar/muat harus dimaksimalkan. Selain itu, tren tonnase yang meningkat dimiliki oleh TUKS PG selama beberapa tahun terakhir (**Gambar 2.2**).



Gambar 2.3 Tonnase Bongkar/Muat PT. PG per Segment

Sebagian besar material yang di handle oleh TUKS PG adalah material yang berbentuk curah (**Gambar 2.3**). Dari gambar tersebut dari tahun ke tahun mengatakan bahwa material berbentuk curah sangat tinggi. Sehingga menjelaskan alat CSU 1 dan CSU 2 adalah alat yang sangat penting dan vital karena dibutuhkan untuk membongkar material curah.

Sifat alat *Continous Ship Unloader* (CSU) yang penting dalam kegiatan bongkar material pada TUKS PG, akan merugikan PT. Petrokimia secara langsung atau tidak langsung jika alat tersebut mengalami kerusakan. Dampak yang diakibatkan jika alat CSU adalah kegiatan bongkar material yang seharusnya di *handle* pihak TUKS PG akan dialihkan dengan menggunakan Perusahaan Bongkar Muat (PBM) yang memiliki biaya operasional bongkar lebih mahal. Tarif bongkar/muat TUKS PG pada tahun 2018 adalah Rp 36.257. Dari biaya tersebut, Perusahaan Bongkar/Muat (PBM) masih menjadi biaya tertinggi. Rincian biaya bongkar/muat pada **Tabel 2.2** (Sendiri, 2018).

Tabel 2.2 Rincian Bongkar/muat TUKS PG Tahun 2018

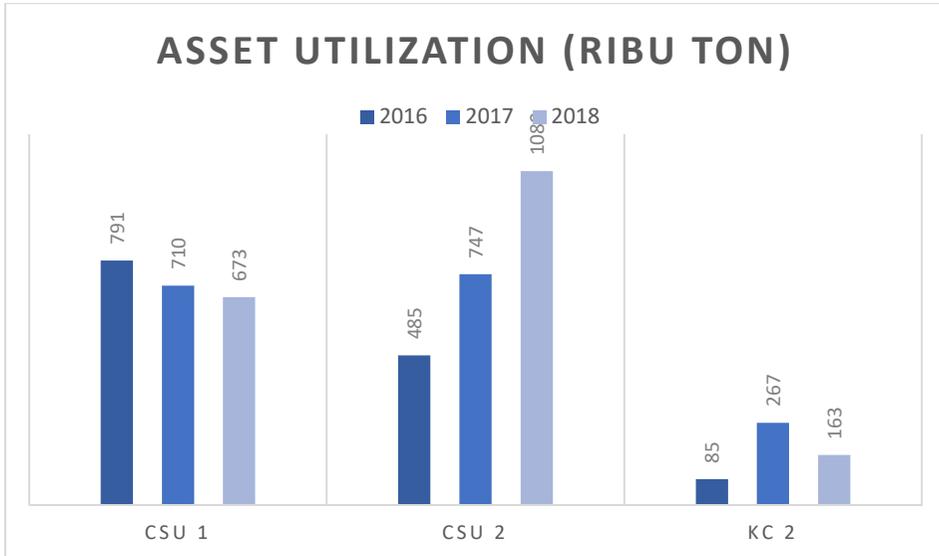
Cost account	Rupiah (2018)	Rupiah/Ton (2018)
Investasi	10.930.233.718	1.516
Perusahaan Bongkar/Muat (Buruh)	136.502.429.788	18.312
Ekspedisi Bongkar/Muat (Truk)	35.706.146.802	5.634
Suku Cadang	14.404.961.504	3.441
Jasa- Pembersihan pabrik	11.754.600.000	2.018
Pemeliharaan Pabrik	17.265.847.314	3.310
Total		34,231

Bongkar/muat curah dengan kontrak PBM mencapai 6 kali lipat dari biaya bongkar/muat dengan alat bongkar/muat milik PG (**Tabel 2.3**). Dapat dilihat bahwa perbedaan biaya yang jauh membuat TUKS PG lebih memilih operator dari TUKS PG. namun juga penggunaan operator dari PBM juga tidak bisa dihindari saat CSU mengalami *downtime*.

Tabel 2.3 Perbandingan Biaya Bongkar/Muat TUKS PG dan PBM

Metode Bongkar/Muat	Tarif (Rp/Ton)
Crane Kapal (Operator dari PBM)	Rp 27.995
CSU dan Crane (Operator dari PG)	Rp 4.335

Menurunkan tariff adalah tujuan setiap dari TUKS PG untuk bisa menunjang perusahaan bersaing dengan perusahaan lain. Hal ini bisa dilalui oleh TUKS PG dengan cara menaikkan persentase dari tonnase yang akan di bongkar/muat dengan menggunakan alat milik PG. Meningkatkan tonnase bongkar/muat dengan menggunakan alat milik PG harus berbanding lurus dengan perawatan terhadap alat tersebut. Alat yang memiliki produktivitas pada TUKS PG diantaranya adalah CSU 1, CSU 2 dan KC 2. Pada tahun 2018, CSU 2 adalah alat yang memiliki utilitas yang paling tinggi dibanding alat CSU 1 dan KC 2. (Grafik 2.4)



Gambar 2.4. Asset Utilization TUKS PG Tahun 2016-2018

Dengan meningkatnya penggunaan alat, kemungkinan waktu kerusakan yang terjadi saat operasional bongkar/muat (Downtime) juga turut meningkat.

Tabel 2.4 Perbandingan Waktu downtime CSU dan KC di Tahun 2018 dan 2019

Alat	Waktu Downtime 2018 (jam)	Waktu Downtime 2019 (jam)
Continous Ship Unloader 1 (CSU 1)	323,92	400,17
Continous Ship Unloader 2 (CSU 2)	678,17	239,50
Kangaroo Crane 1 (KC 1)	Belum beroperasi	
Kangaroo Crane 2 (KC 2)	596,42	336,28

Pada table diatas, dapat ditarik pengertian bahwa jumlah Downtime pada alat yang terjadi pada tahun 2018, berbanding lurus dengan tonnase yang dihandle oleh alat.

Dari penjelasan diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa CSU 2 memiliki tonnase yang besar dan waktu downtime yang tinggi. Yang bisa diartikan yaitu, CSU 2 adalah asset yang aktif dan memiliki sifat yang vital dalam operasi bongkar material curah TUKS PG hingga saat penelitian ini dibuat. Namun, CSU 2 juga memiliki nilai *downtime* yang tinggi dibanding dengan alat bongkar lainnya pada dermaga utama. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor, salah faktor yang mempengaruhi adalah *screw conveyor*. Peranan komponen *screw conveyor* menyumbang 686,25 jam terhadap waktu *downtime* pada CSU 2 selama tahun 2018 hingga 2019.

Tabel 2.5 Daftar kerusakan *screw conveyor* pada CSU 2

Mulai	Selesai	MTTR	Kapal	Status
13-12-2017 01:35	13-12-2017 08:00	6,42	MV HANNAH S	Breakdown
24-12-2017 03:55	24-12-2017 10:15	6,33	MV VENTURE PEARL	Breakdown
25-12-2017 04:30	25-12-2017 05:05	0,58	MV VENTURE PEARL	Breakdown
26-12-2017 16:15	26-12-2017 16:25	0,17	MV. MAGNUM FORTUNE	Breakdown

26-12-2017 20:45	26-12-2017 22:20	1,58	MV. MAGNUM FORTUNE	Breakdown
17-01-2018 06:45	17-01-2018 07:20	0,58	MV VENTURE DYLAN	Breakdown
17-01-2018 09:00	17-01-2018 13:05	4,08	MV VENTURE DYLAN	Breakdown
16-02-2018 11:00	16-02-2018 12:05	1,08	MV. MISS SIMONA	Breakdown
19-04-2018 10:25	19-04-2018 11:00	0,58	MV. ALEXANDROS THEO	Breakdown
19-04-2018 21:35	20-04-2018 00:30	2,92	MV. ALEXANDROS THEO	Breakdown
06-05-2018 05:40	06-05-2018 06:30	0,83	MV.ATALANTI SB	Breakdown
07-05-2018 01:50	07-05-2018 03:30	1,67	MV.ATALANTI SB	Breakdown
19-05-2018 22:15	20-05-2018 00:05	1,83	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
20-05-2018 13:25	20-05-2018 16:35	3,17	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
21-05-2018 06:45	21-05-2018 09:40	2,92	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
21-05-2018 16:35	21-05-2018 18:20	1,75	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
23-05-2018 23:35	24-05-2018 00:35	1,00	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
24-05-2018 12:45	24-05-2018 15:30	2,75	MV.SAM JAGUAR	Breakdown
26-06-2018 14:10	26-06-2018 15:20	1,17	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
27-06-2018 07:00	27-06-2018 11:20	4,33	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
27-06-2018 13:35	27-06-2018 15:45	2,17	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
27-06-2018 16:05	27-06-2018 16:45	0,67	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
27-06-2018 20:00	27-06-2018 20:50	0,83	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
28-06-2018 17:50	28-06-2018 21:55	4,08	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
29-06-2018 02:25	29-06-2018 04:15	1,83	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
29-06-2018 04:25	29-06-2018 06:45	2,33	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
30-06-2018 09:50	30-06-2018 10:45	0,92	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
30-06-2018 11:45	30-06-2018 13:15	1,50	MV. DREAM OCEAN	Breakdown
12-07-2018 01:00	12-07-2018 01:30	0,50	MV CHINA SPIRIT	Breakdown

Screw conveyor merupakan alat yang sangat vital. Jika alat ini mengalami kerusakan dan menyebabkan CSU-2 tidak beroperasi, maka akan menimbulkan dampak yang tidak hanya berupa kerugian waktu namun juga dari segi ekonomi. Beberapa dampak yang ditimbulkan apabila CSU-2 tidak beroperasi :

- a. Tarif bongkar menjadi mahal.
Perbandingan tariff bongkar dengan alat/jasa TUKS PG dengan alat/jasa eksternal (PBM).
- b. Waktu bongkar yang lebih lama
Kapasitas bongkar dengan menggunakan CSU jauh lebih besar daripada menggunakan alat eksternal.

Metode yang biasanya digunakan untuk menentukan penyebab kerusakan dan effective maintenance dimana pada obyek penelitian ini di tujukan pada peralatan screw Conveyor adalah dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II*

(RCM). RCM II merupakan proses untuk menentukan apa yang harus dilakukan supaya setiap asset fisik dapat terus berfungsi sesuai keinginan penggunanya dalam konteks operasional. Salah satu tujuan dilakukannya RCM ini yakni meminimalisir consequence yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi. Dalam konteks ini, untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan. Beberapa manfaat yang diperoleh apabila menggunakan metode RCM : (Nisa, 2008)

- a. Meningkatkan integritas keselamatan dan juga lingkungan
- b. Meningkatkan performansi operasi (rata-rata tonnase bongkar)
- c. Meningkatkan efektivitas biaya perawatan
- d. Meningkatkan masa pakai/umur suatu peralatan

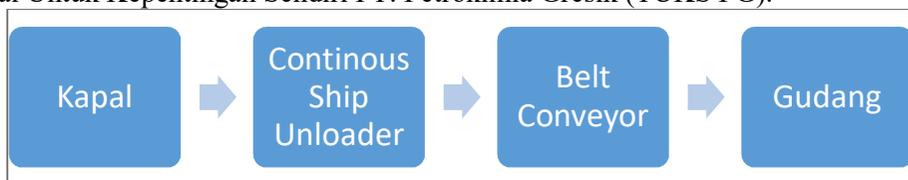
Penggunaan metode RCM ini juga dapat mengalami kegagalan yang disebabkan oleh beberapa hal :

- a. Tidak adanya dukungan dari manajemen sehingga proses RCM yang dilakukan tidak maksimal.
- b. Data yang dianalisa tidak akurat.
- c. Operator yang melaksanakan proses *maintenance* tidak menjalankan prosedur sesuai hasil RCM.

Sesuai latar belakang yang terjadi, dilakukannya RCM agar didapat program perawatan yang cukup detail tapi juga ekonomis guna mencegah kerusakan *continuous ship unloader 2 (CSU 2)* terutama pada *screw conveyor* yang bisa berdampak pada waktu efektif bongkar/muat dan tariff bongkar/muat.

2.2 *Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2)*

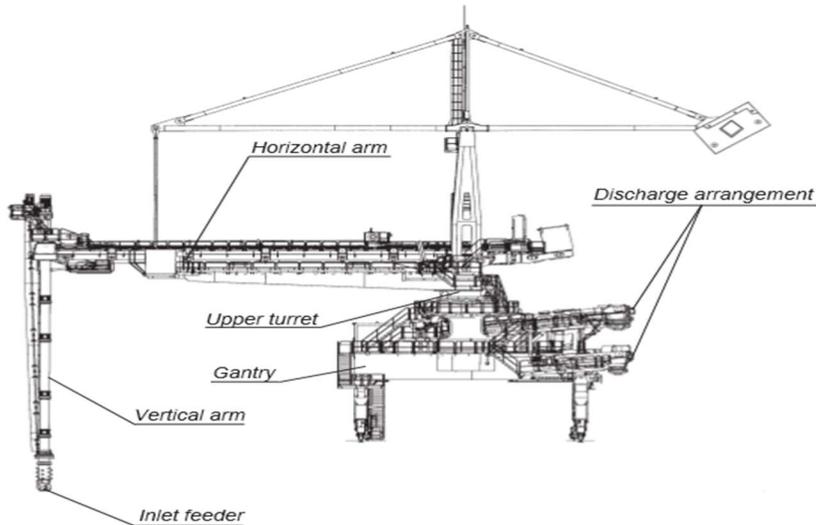
Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2) adalah salah satu jenis dari crane pelabuhan milik PT. Petrokimia Gresik yang digunakan untuk bongkar material berbentuk curah, dalam hal ini material yang dibongkar adalah Rock Phosfat, Murriate of Potash (MOP), Sulfur, dan Urea. Prinsip bongkar kran ini adalah dengan menggunakan *screw helical* yang memiliki casing dan digerakkan oleh motor listrik sehingga bisa mendistribusikan material secara vertical maupun horizontal. *Screw helical* merupakan komponen utama untuk kegiatan bongkar pada CSU. PT. Petrokimia Gresik memiliki 2 buah alat yaitu CSU-1 dan CSU-2. Kedua *Continuous Ship Unloader (CSU)* berada pada dermaga utama Terminal Untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik (TUKS PG).



Gambar 2.5 menunjukkan proses CSU pada TUKS PG.

Continuous Ship Unloader terdiri dari beberapa bagian yang utama yang dapat dilihat pada **Gambar 2.6**, diantaranya : (Siwertell, n.d.)

- Inlet feeder yang bekerja secara counter-rotating
- Lengan Vertikal dengan *screw conveyor*
- Lengan Horizontal dengan *screw conveyor*
- Upper Turret
- Gantry dengan *screw conveyor* untuk penyaluran ke konveyor pelabuhan

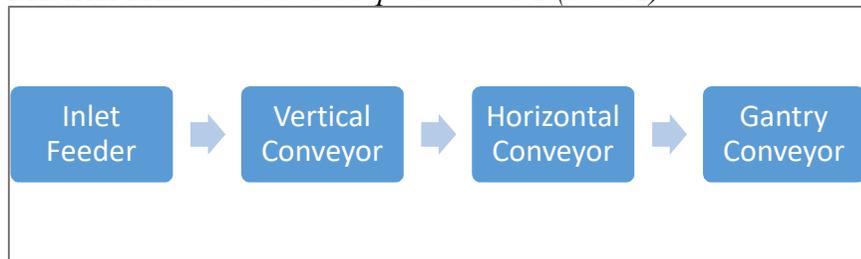


Gambar 2.6 *Continuous Ship Unloader* TUKS PG (Siwertell, n.d.)

Bagian utama pada *continuous ship unloader* adalah pada bagian *screw conveyor*. *Screw conveyor* merupakan salah satu jenis alat transportasi yang sering digunakan dalam kegiatan pemindahan bahan, *screw conveyor* digunakan karena memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh jenis alat transportasi yang lain yaitu mudah dalam hal perencanaan, perbaikan, dimensi yang kecil, serta dapat mengeluarkan material pada titik yang dikehendaki. Alat ini bekerja menggunakan mekanisme perputaran ulir berbentuk spiral yang menyatu dengan shaft. perputaran ulir ini akan mendorong pergerakan material sehingga material dapat diangkat dari suatu titik ke titik lain. Keuntungan lain dalam penggunaan *screw conveyor* adalah material yang diangkat tidak mudah berhamburan dan mengakibatkan terjadinya polusi udara. *Screw Conveyor* juga sangat cocok untuk digunakan pada industri bahan kimia. Peran *Continuous Ship Unloader* sangat vital untuk kegiatan bongkar material, perawatan wajib dilakukan karena alat ini memiliki batasan kinerja yang tidak bisa dihindari dan dapat menyebabkan kerugian jika tidak diindahkan, seperti : (Bates, 2008)

1. *Screw conveyor* pada CSU harus dibersihkan secara berkala karena sisa material yang tertinggal dapat menyebabkan kerugian produk hingga korosi pada metal.
2. Saat beroperasi pada kapasitas material penuh CSU membutuhkan daya yang tinggi, namun jika beroperasi dengan kapasitas material rendah akan sangat tidak efisien dan dapat menyebabkan getaran.
3. Material yang berbentuk padat atau tajam dapat menghambat atau merusak *screw conveyor* beserta casingnya.

2.2.1 Material Flow *Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2)*



Gambar 2.7 Material Flow *continuous Ship Unloader 2*

Material yang berasal dari kapal dihisap oleh *inlet feeder* menuju *vertical conveyor*. Screw yang berada pada *vertical conveyor* memiliki kecepatan putaran yang konstan dan telah disesuaikan dengan material yang akan di bongkar. Material akan disalurkan ke *horizontal conveyor* yang memiliki kapasitas yang lebih besar agar menghindari penyumbatan akibat material itu sendiri. Pemindahan material dari *vertical conveyor* menuju *horizontal conveyor* bisa dilakukan meskipun CSU sedang melakukan gerakan pendulum, karena memiliki segel agar pemindahan material diantara kedua *conveyor* menjadi lebih elastis. Setelah melalui *horizontal conveyor*, material akan melalui saluran *vertical* menuju *gantry conveyor*. Dari *gantry conveyor*, material akan keluar melalui saluran yang terhubung dengan *belt conveyor* yang telah terpasang di dermaga. Semua komponen memiliki peran vital dalam menjaga kelancaran proses bongkar. Jika salah satu komponen tidak bekerja atau terhambat, maka akan mengakibatkan CSU tidak bisa beroperasi.

2.2.2 Spesifikasi *Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2)* milik TUKS PG

- Sudut Pergerakan
 - Arm sistem : Berbelok 220⁰
 - Lengan Horizontal : arah atas 20⁰ dan kearah bawah 16⁰
 - Lengan Vertikal : Pendulum arah kedalam 30⁰ dan keluar 30⁰
- Kapasitas penggunaan : 1000 ton/jam
- Suplai Listrik : 6000 Volts (high power suplai)
- Motor Listrik :
 - a. *Screw Conveyor* menggunakan motor listrik 3 fasa
 - b. Inlet Feeder menggunakan motor listrik 3 fasa dengan frekuensi control, dengan universal joint shaft dan transmission shaft
 - c. Pergerakan lengan CSU 2 menggunakan motor listrik 3 fasa dengan frekuensi control
- Manufaktur : Siwertell

Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2) memiliki bagian-bagian yang telah terdaftar sebagai asset perusahaan. Untuk melihat *project guide* CSU selengkapnya, pada **Lampiran I**. Dan pada **table 2.6** menunjukkan *equipment code* bagian-bagian dari CSU yang diteliti.

Tabel 2.6 Equipment Code PT. Petrokimia Gresik

FUNLOC	Equipment Code	Equipment Description	Category
--------	----------------	-----------------------	----------

CSU2	BCSU2-3-HC	Horizontal Conveyor CSU2	Equipment
CSU2	BCSU2-3-HC-MMH	Motor Horizontal	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-3-HC-MRH	Gearbox Horizontal	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-2-VC	Vertical Conveyor CSU2	Equipment
CSU2	BCSU2-2-VC-MMV1	Motor Vertical 1	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-2-VC-MMV2	Motor Vertical 2	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-2-VC-MRV	Gearbox Vertical	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-4-GC1	Gantry Conveyor 1 CSU2	Equipment
CSU2	BCSU2-4-GC1-MMG-4A	Motor Gantry 4A	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-4-GC1-MRG-4B	Gearbox Gantry 4B	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-4-GC1-MMG-4C	Motor Gantry 4C	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-4-GC1-MRG-4D	Gearbox Gantry 4D	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-5-GC2	Gantry Conveyor 2 CSU2	Equipment
CSU2	BCSU2-5-GC2-MMG-5A	Motor Gantry 5A	Sub Equipment
CSU2	BCSU2-5-GC2-MRG-5B	Gearbox Gantry 5B	Sub Equipment

2.3 Definisi Perawatan

Maintenance atau perawatan adalah aktivitas yang dilakukan agar komponen ataupun system yang rusak mampu dikembalikan atau diperbaiki agar memenuhi suatu standar kegunaan dalam periode waktu tertentu. Tujuan utama dilakukan pemeliharaan adalah sebagai berikut : (Corder, 2001)

- Memperpanjang usia kegunaan aset.
- Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi maupun jasa serta memaksimalkan pendapatan laba investasi (return of investment).
- Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang dipergunakan dalam kegiatan darurat setiap waktu.
- Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- Mempertahankan kemampuan alat atau fasilitas produksi untuk memenuhi kebutuhan yang sesuai dengan target serta rencana produksi.
- Menjaga agar kualitas produk berada pada tingkat yang diharapkan.
- Mencapai tingkat biaya serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien untuk keseluruhannya.

Kegiatan perawatan dalam suatu perusahaan meliputi sebagai berikut : (Ima Khota Tiara, 2017)

1. Inspeksi
Kegiatan yang terdiri dari pemeriksaan dalam interval waktu tertentu untuk memastikan asset perusahaan dalam kondisi baik untuk menjamin operasi produksi.
2. Kegiatan Teknik

Kegiatan teknik terdiri dari pekerjaan untuk menguji peralatan atau suku cadang yang baru didatangkan sebagai langkah untuk memastikan kinerja dan kualitas barang. Selain itu, penelitian juga dilakukan untuk usaha mengembangkan kemungkinan yang ada.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu merawat, memperbaiki mesin-mesin dan peralatan.

4. Kegiatan Administrasi

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan.

5. Kegiatan Bangunan

Kegiatan ini merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.4 *Society of Automotive Engineers (SAE International)*

Untuk menentukan penjadwalan perawatan pada konveyor horizontal CSU menggunakan metode Reliability Centered Maintenance II (RCM) berdasarkan SAE JA1011 dan SAE JA1012. SAE International merupakan organisasi yang mengembangkan standar untuk para insinyur profesional yang aktif secara global di berbagai industri. Tujuan dari standar ini yaitu untuk membantu pengguna yang memiliki ataupun menggunakan aset fisik atau sistem yang ingin dikelola secara tepat untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan operasional usaha dengan tetap mengacu pada peraturan perundang-undangan.

2.4.1 SAE JA1011 (Anon., 1999)

Pada standar ini mendefinisikan kriteria evaluasi dalam proses RCM dengan menentukan kriteria minimal yang harus terpenuhi pada proses RCM. Berikut tujuh pertanyaan dibawah ini :

1. Apa fungsi dan standar kinerja aset yang diinginkan terkait dalam konteks operasi saat ini?
2. Dalam hal apa itu bisa gagal untuk menyediakan fungsi yang dibutuhkan?
3. Apa peristiwa yang menyebabkan setiap kegagalan?
4. Apa yang terjadi ketika setiap kegagalan terjadi?
5. Dalam hal apa setiap masalah kegagalan?
6. Apa yang harus dilakukan secara proaktif untuk mencegah setiap kegagalan, konsekuensi dari kegagalan?
7. Apa yang harus dilakukan jika tugas proaktif yang cocok tidak dapat ditemukan?

Standar SAE JA1011 digunakan untuk mengevaluasi setiap proses yang dilakukan untuk memastikan proses RCM yang dilakukan telah sesuai dan mendukung evaluasi dengan menentukan kriteria minimal yang harus dimiliki agar menjadi proses RCM.

2.4.2 SAE JA1012 (Anon., 2002)

SAE JA1012 sebagai standar pedoman dalam proses RCM dan berguna untuk memperkuat dan mengklarifikasi setiap kriteria utama yang tercantum dalam SAE JA1011 “Kriteria Evaluasi dalam Proses RCM”, dan merangkum proses tambahan yang

harus dianalisis secara berurutan agar bisa diaplikasikan dalam proses RCM dengan sukses.

2.5 *Reliability Centered Maintenance (RCM) II*

2.5.1 Definisi

Reliability Centered Maintenance adalah proses yang digunakan untuk menjamin suatu aset fisik beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. *Reliability Centered Maintenance II (RCM)* penggabungan optimal dari pemeliharaan reaktif, preventive, Predictive, dan proaktif yang digabungkan untuk mendapatkan keuntungan agar memaksimalkan aset yang dimiliki dan beserta keandalan. (Moubray, 1997) Moubray mendefinisikan RCM dengan dua cara :

- a) Suatu proses yang digunakan dalam penentuan persyaratan perawatan dari setiap aset fisik dalam konteks operasinya.
- b) Proses untuk menghasilkan sebuah langkah yang harus ditempuh untuk sebuah aset agar bisa bekerja sesuai fungsi yang diinginkan

2.5.2 **Manfaat RCM**

RCM tidak mengandung prinsip-prinsip baru untuk melakukan pemeliharaan; ini adalah cara yang lebih terstruktur untuk menggunakan metode dan disiplin terbaik. RCM mengatur kebijakan pemeliharaan pada tingkat jenis pabrik atau peralatan. RCM lebih mengarahkan program perawatan yang berfokus kepada *preventive maintenance* pada *failure mode* yang lebih spesifik dan memiliki kemungkinan untuk muncul. Kekuatan RCM adalah bahwa ia menghasilkan program pemeliharaan terencana yang luar biasa kuat dan efektif. (Ysaad B., 2013)

- Keuntungan RCM
 - Program RCM adalah perawatan yang paling efisien
 - Mengurangi pengeluaran dengan menghilangkan keperluan yang tidak diperlukan
 - Meminimalkan frekuensi *overhaul*
 - Mengurangi kegagalan alat yang terjadi secara tiba-tiba
 - Memfokuskan kegiatan pemeliharaan pada komponen sistem kritis
 - Meningkatkan keandalan komponen
 - Memasukkan analisis masalah secara detail
- Kekurangan RCM
 - Biaya awal untuk mulai menerapkan program RCM memiliki nilai yang cukup signifikan untuk melatih staff dan menyiapkan peralatan yang diperlukan.
 - Memiliki kemungkinan yang tidak terlihat oleh perusahaan.

2.5.3 **Tujuh Pertanyaan Dasar RCM**

RCM telah terbukti untuk meningkatkan ketersediaan sistem dengan mencapai sifat keandalan dan keamanannya sembari mengurangi biaya perawatan. RCM memiliki 7 pertanyaan untuk mendasari pola berpikir dalam implementasinya, yaitu :

1. Bagaimana fungsi dan kapasitas standar yang diinginkan?
2. Kegagalan fungsi apa saja yang mungkin terjadi?
3. Bagaimana kegagalan fungsi yang ada bisa terjadi?

4. Apa saja efek dari kegagalan sistem tersebut?
5. Apa konsekuensi yang terjadi jika kegagalan itu terjadi?
6. Apa yang harus dilakukan untuk mencegah kegagalan (tindakan preventif dan intervalnya)?
7. Apa yang sebaiknya dilakukan apabila tindakan proaktif yang sesuai tidak dapat ditemukan?

Penjelasan dari ketujuh pertanyaan yang telah disebutkan, dijelaskan sebagai berikut :

1. *Function and performance standards*

Sebelum suatu proses diterapkan, terlebih dahulu harus dipastikan bahwa objek yang digunakan akan selalu mampu memenuhi keinginan penggunanya dalam konteks operasinya.

2. *Function failures*

Kegagalan fungsi terjadi ketika suatu aset tidak mampu memenuhi fungsi standar performansi yang diinginkan oleh penggunanya. Terdapat dua macam kegagalan yaitu kegagalan total dan kegagalan parsial. Kegagalan total adalah kegagalan yang terjadi ketika suatu aset tidak mampu memenuhi standar performansi fungsi yang dapat diterima oleh penggunanya. Sedangkan kegagalan parsial adalah kegagalan yang terjadi ketika aset masih dapat berfungsi namun tidak mampu memenuhi standar performansi yang dapat diterima oleh penggunanya.

3. *Failure modes*

Failure Modes atau penyebab kegagalan adalah suatu kejadian yang mengakibatkan terjadinya kegagalan pada asset fisik. Penting untuk dilakukan identifikasi mengenai penyebab kegagalan secara mendetail agar kegagalan tidak terjadi lagi di aset tersebut. Tindakan pemeliharaan kemudian dilakukan untuk mengatasi penyebab dan bukan gejala kegagalan. Tahap RCM ini harus dikontrol, karena waktu dapat terbuang untuk menyelidiki kemungkinan penyebab kegagalan.

4. *Failure effects*

Adalah dampak kegagalan yang terjadi karena failure modes. Moubray menyatakan bahwa deskripsi ini harus mencakup semua informasi yang diperlukan untuk mendukung evaluasi konsekuensi dari kegagalan.

5. *Failure consequences*

Menurut Moubray, kekuatan terbesar dari RCM adalah bahwa ia mengakui bahwa konsekuensi kegagalan lebih jauh daripada karakteristik teknis mereka . Setelah konsekuensi kegagalan telah diidentifikasi, mereka dikategorikan, yang membantu dalam penentuan tugas pemeliharaan yang tepat. Moubray mengategorikan konsekuensi sebagai:

- *Hidden failure consequences* adalah konsekuensi kegagalan yang berhubungan dengan kegagalan yang tersembunyi
- *Safety and environment consequences* adalah konsekuensi kegagalan yang berhubungan dengan keselamatan dan lingkungan
- *Operational consequences* adalah konsekuensi kegagalan yang berhubungan dengan hal-hal yang operasional
- *Non-operational consequences* adalah konsekuensi kegagalan yang berhubungan dengan hal-hal non operasional

6. *Proactive task*

Proactive task dilakukan sebelum kegagalan terjadi yang berguna untuk meningkatkan availabilitas dari asset suatu perusahaan.

- *Scheduled Restoration*, merupakan tindakan preventif tanpa memperhatikan kondisi komponen terjadi kerusakan ataupun tidak pada saat maintenance berlangsung.
- *Scheduled Discard*, merupakan tindakan preventif dengan melakukan penggantian terhadap komponen pada saat usia tertentu tanpa memperhatikan kondisi komponen sedang mengalami kerusakan ataupun tidak.
- *Scheduled On-Condition*, merupakan tindakan preventif yang meliputi pengukuran dan pengamatan komponen pada saat beroperasi dengan tujuan untuk mengidentifikasi apakah komponen mengalami kerusakan ataupun tidak agar dapat dilakukan upaya pencegahan sebelum terjadi kegagalan fungsional yang lebih parah.

7. *Defaults action*

Terdapat 3 macam kategori dari default task, yaitu :

- *Failure finding*. Dilakukan pengecekan terhadap fungsi yang tersembunyi secara periodic agar dapat menentukan apakah terdapat fungsi yang gagal atau tidak.
- *Redesign*. Membutuhkan suatu perubahan untuk mengubah kapabilitas dari suatu sistem
- *No scheduled maintenance*. Task jenis ini tidak membutuhkan usaha untuk mengantisipasi ataupun mencegah penyebab kegagalan yang mungkin akan terjadi.

2.5.4 Langkah Langkah Utama RCM

1	Pengumpulan Data Sistem	Memilih sistem kritis yang membutuhkan proses RCM dan mengumpulkan data operasi dan perawatan
2	Mendefinisikan Batasan Sistem	Melakukan visualisasi tentang komponen yang termasuk pada analisa RCM
3	Mendeskripsikan Sistem dan FBD	Menjelaskan bagaimana suatu komponen saling bekerja dalam suatu sistem. Input dan output sistem turut mempengaruhi analisa RCM yang akan dilakukan
4	Mencari Fungsi Sistem beserta Kegagalan	Fungsi sistem menyangkut fungsi utama maupun sekunder, beserta kegagalan fungsi yang dialami oleh sistem tersebut.
5	Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	Setelah mengetahui fungsi dan kegagalan fungsi, pada FMEA dijelaskan efek kegagalan yang timbul jika sistem mengalami kegagalan. Pada RCM II, pengisian FMEA pada RCM II <i>Information Worksheet</i>

6	Logic Tree Analysis	Berisi tentang informasi untuk menentukan kekritisan kegagalan. Terdapat empat faktor yang menentukan perawatan yang dipilih pada LTA, yaitu <i>hidden, safety, environment, dan operation</i> .
7	Task Selection	Berdasarkan penentuan pada LTA, didapatkan task selection antara lain : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scheduled on Condition ▪ Scheduled Restoration Task ▪ Scheduled Discard Task ▪ Failure Finding ▪ Redesign ▪ Combination Task

2.5.5 RCM II Information Sheet

RCM II Information Sheet digunakan untuk menjabarkan function, failure dan failure mode. **Tabel 2.7** adalah contoh dari RCM II *information sheet*.

Tabel 2.7 RCM II Information Sheet

RCM II <i>information sheet</i>	System :	
	Sub-System	
<i>function</i>	<i>Function failure</i>	<i>Failure mode</i>

2.5.6 RCM II Decision Process

RCM II decision process adalah suatu proses yang digunakan untuk memutuskan task yang akan dipilih dengan bantuan RCM II decision worksheet. RCM II decision worksheet akan mengumpulkan jawaban dari tujuh pertanyaan yang muncul. Sehingga terdapat hasil yang jelas untuk menentukan perawatan yang tepat dalam suatu system. **Tabel 2.8** adalah contoh dari RCM II decision worksheet.

Tabel 2.8 RCM II Decision Worksheet

RCM II Decision Worksheet		System :												Can Be Done By
		Sub System :												
Information Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Can Be Done By
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4		
I	B	3	Y	N	N	N								

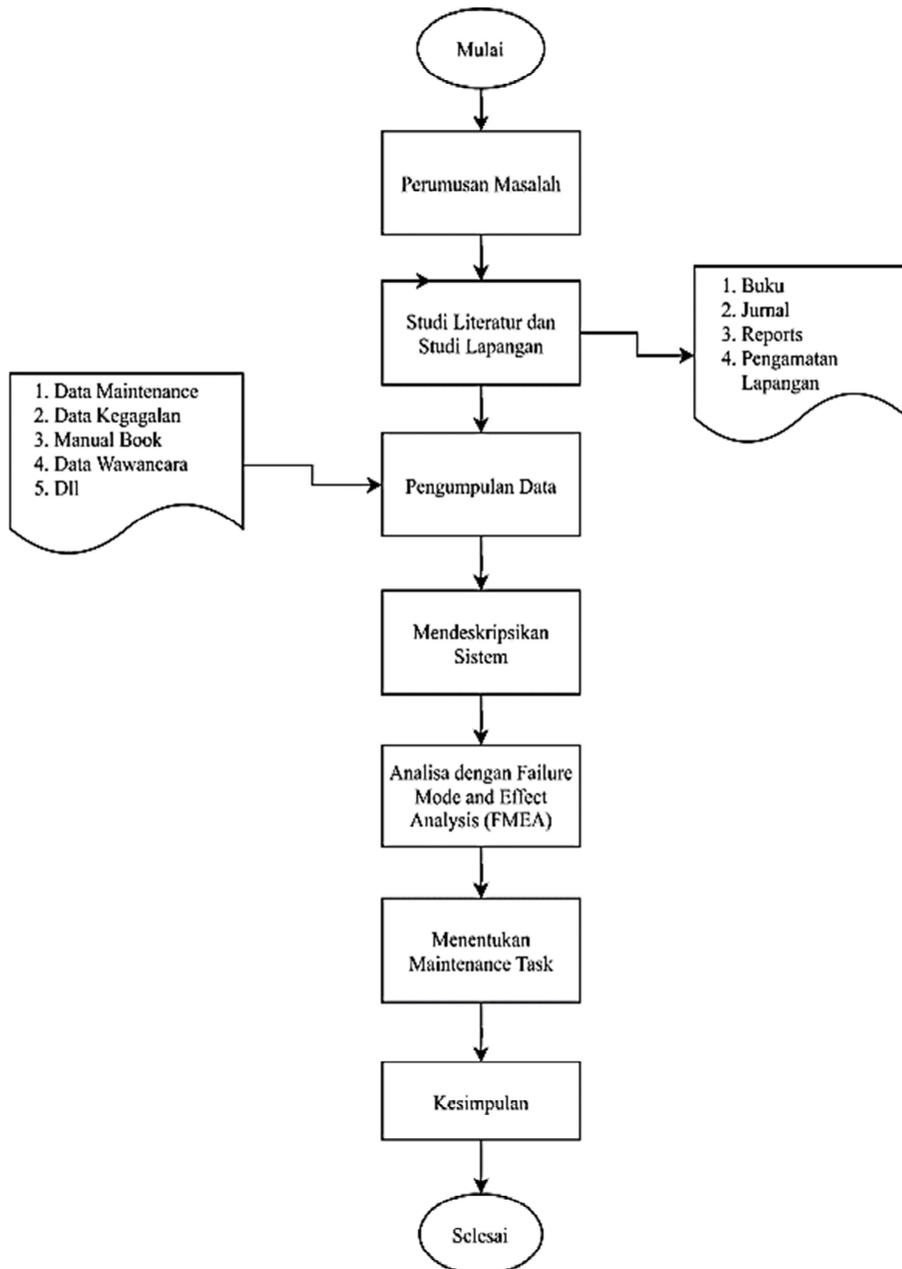
Penjelasan dari masing-masing kolom adalah sebagai berikut :

1. Information Reference adalah kolom yang berisi informasi yang diperoleh dari FMEA, dengan kode yang ada di dalamnya adalah Function (F), Function Failure (FF), dan Failure Modes (FM).
2. Kolom Consequence Evaluation adalah kolom yang berisikan konsekuensi yang diakibatkan oleh kegagalan fungsi pada komponen. Kolom consequence evaluation terdiri atas Hidden Failure (H), Safety Consequence (S), Environment Consequences, dan Operational Consequence (O).
3. Kolom Proactive Task. Kolom ini digunakan untuk memutuskan proactive task mana yang akan dipilih. Aturan dalam pemilihan proactive task adalah sebagai berikut:
 - i. H1/S1/O1/N1 yaitu memungkinkan untuk mendeteksi gejala awal kerusakan untuk menghindari konsekuensi
 - ii. H2/S2/O2/N2 yaitu scheduled restoration task digunakan untuk menghindari kegagalan yang mungkin akan terjadi
 - iii. H3/S3/O3/N3 yaitu scheduled discard task yang digunakan untuk menghindari kegagalan yang mungkin akan terjadi.
4. Kolom Default Action. Kolom ini digunakan untuk mencatat jawaban pertanyaan dari ketiga default question. Ketiga pertanyaan itu adalah sebagai berikut:
 - i. H4 yaitu apakah failure finding task memungkinkan untuk dilakukan?
 - ii. H5 yaitu mungkinkah kegagalan yang terjadi akan berefek pada keselamatan atau lingkungan? Bila jawabannya adalah “iya” maka dilakukan redesign, bila jawabannya “tidak” maka tidak ada jadwal perawatan (no scheduled maintenance)
 - iii. S4 yaitu apakah kombinasi dari beberapa task memungkinkan untuk diterapkan dan layak dilakukan?
5. Kolom Proposed task adalah tindakan perencanaan yang direncanakan akan dilakukan untuk menerjemahkan hasil dari proactive task maupun default action yang telah diberikan.
6. Kolom Can be done by adalah kolom yang berisikan pihak-pihak yang bertanggung jawab dan berkaitan langsung dengan proses pemeliharaan dari komponen-komponen yang bersangkutan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan yang meliputi tata cara penelitian waktu yang dibutuhkan, data yang akan dikumpulkan, serta cara yang digunakan untuk analisis data. Flowchart yang akan untuk metodologi penelitian ini dapat dilihat pada **gambar 3.1**.



3.1 Perumusan Masalah

Penelitian tugas akhir dimulai dengan perumusan masalah yang berguna untuk menentukan latar belakang permasalahan terkait dengan tema penelitian tugas akhir yang telah dipilih. Masalah utama dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan melakukan pembuatan strategi perawatan pada Continous Ship Unloader 2 milik PT. Petrokimia Gresik dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II.

3.2 Studi Literatur dan Studi Lapangan

Tahap kedua dalam melakukan penelitian tugas akhir adalah dengan melakukan studi literature dan studi lapangan. Tujuan dalam melakukan studi literature adalah untuk mendapatkan acuan dan teori-teori dasar dalam menganalisa hingga membuat strategi perawatan pada alat Continous Ship Unloader 2, selain itu studi literature juga membantu penulis untuk mendapatkan berbagai informasi dalam melakukan penelitian tugas akhir dengan cara merangkum dan membaca. Penelitian tugas akhir ini menggunakan berbagai studi literature, yaitu studi literature dalam buku, jurnal/paper, hingga penelitian terdahulu. Pada studi lapangan penulis melakukan observasi pada area kerja dan alat Continous Ship Unloader 2, selain itu penulis juga melakukan wawancara dengan petugas Departemen Pemeliharaan PT. petrokimia yang menangani perawatan pada alat yang bertujuan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dan brainstorming untuk eksplorasi masalah lebih dalam.

3.3 Pengumpulan Data

Tahapan ini merupakan tahapan dimana tahapan yang akan dilakukan pengumpulan data yang akan berhubungan dengan permasalahan yang didapat. Berdasarkan cara untuk memperoleh data penelitian, data dibagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari penelitian secara langsung dengan cara menanyakan ke sumber yang memberikan informasi. Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak secara langsung diperoleh dari sumber pertama dan telah tersusun dalam bentuk dokumen-dokumen tertulis. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data terkait seperti deskripsi sistem, maintenance dan operasional equipment dari sebuah perusahaan.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

- Data alat/*manual book* Continous Ship Unloader 2
- Data perawatan yang dilakukan pada alat Continous Ship Unloader 2
- Data penyebab kegagalan beserta efek yang ditimbulkan akibat adanya kegagalan.
- Deskripsi fungsi primer dan sekunder pada alat.

3.4 Mendeskripsikan Sistem

Tahap mendeskripsikan sistem adalah bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang bagaimana sistem pada alat Continous Ship Unloader 2 bisa bekerja yang meliputi fungsi dan sistem kerja. metode *functional block diagram* (FBD) memperlihatkan bagaimana suatu sistem pada alat dapat bekerja. FBD juga menjelaskan bagaimana hubungan, aliran kerja antar fungsi, hingga batasan yang membangun dalam suatu alat yang diteliti.

3.5 Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penyusunan tabel Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dilakukan berdasarkan data fungsi komponen dan laporan perawatan yang kemudian dapat ditentukan berbagai kegagalan yang mengakibatkan kegagalan fungsi. Dari penyusunan FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) dapat diketahui apa penyebab dari kegagalan dan dampak apa yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu :

- 1) Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya.
- 2) Efek dari kegagalan tersebut.
- 3) Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

RCM II <i>information sheet</i>	<i>System :</i>		
	<i>Sub-System :</i>		
<i>function</i>	<i>Function failure</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effects</i>

Tabel diatas adalah RCM II *information sheet* yang merupakan alat yang digunakan untuk merangkum hasil dari analisa FMEA dari alat yang telah dilakukan dengan metode RCM II.

3.6 Menentukan Maintenance Task

Setelah melakukan tahap analisa menggunakan FMEA yang menghasilkan tabel RCM II *information sheet*, tahap selanjutnya adalah membuat maintenance task yang dihasilkan dari RCM II *decision sheet* yang merupakan hasil dari tujuh pertanyaan RCM II. Kegiatan perawatan yang diusulkan oleh RCM II *decision sheet* berdasarkan dari analisa FMEA yang telah dilakukan sebelumnya dengan bantuan *logic tree analysis (LTA)*. *Logic tree analysis (LTA)* dalam hal ini digunakan untuk pemetaan mode kegagalan sehingga dapat menentukan jenis perawatan sesuai dengan kebutuhan sistem yang dianalisa.

RCM II <i>Decision Worksheet</i>			<i>System :</i>											Can Be Done By	
			<i>Sub System :</i>												
<i>Information Reference</i>			<i>Consequence Evaluation</i>				<i>H1</i>	<i>H2</i>	<i>H3</i>	<i>Default Action</i>			<i>Proposed Task</i>		
<i>F</i>	<i>FF</i>	<i>FM</i>	<i>H</i>	<i>S</i>	<i>E</i>	<i>O</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>O1</i>	<i>O2</i>	<i>O3</i>			<i>H4</i>
<i>I</i>	<i>B</i>	<i>3</i>	<i>Y</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>N3</i>	<i>H4</i>	<i>H5</i>	<i>S4</i>			

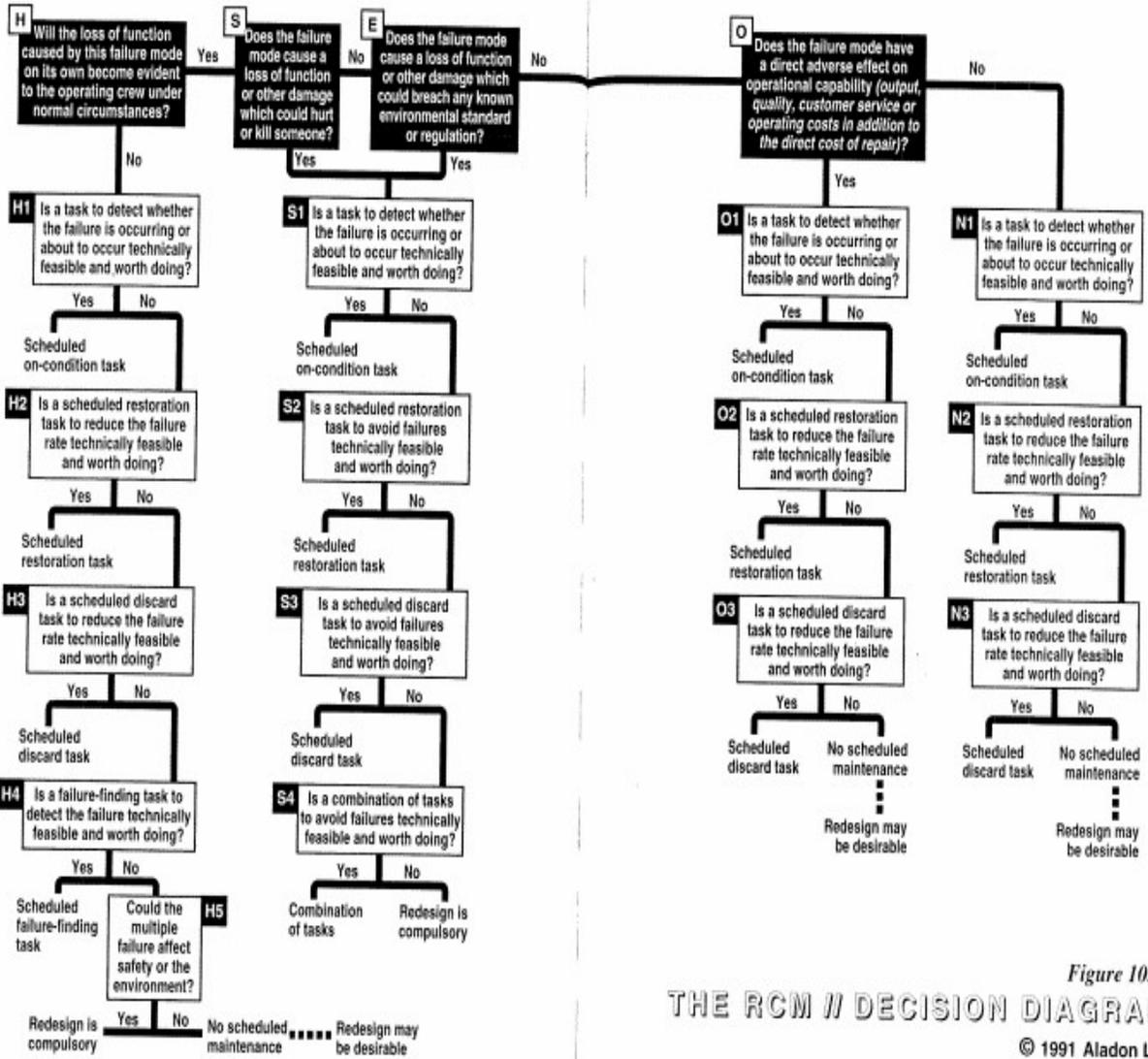


Figure 10.1:
THE RCM II DECISION DIAGRAM
© 1991 Aladon Ltd

3.7 Kesimpulan

Tahap ini berisi hal-hal yang telah dihasilkan oleh analisa dengan RCM II, kesimpulan dan rekomendasi tentang kegiatan perawatan yang dilakukan pada alat yang diteliti.

BAB 4

Analisa dan Pembahasan

Proses Analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)*. Analisis dilakukan pada 4 *Equipment Screw Conveyor* pada *Continous Ship Unloader*. Tahapan dimulai dengan melakukan analisis sistem kerja dan komponen yang bekerja pada screw, keseluruhan fungsi komponen yang dapat dilakukan perawatan. Sistem kerja anatar komponen, hingga akhirnya dapat dilakukan *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)*.

4.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan pengambilan data dan informasi yang berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Pengumpulan data dilakukan dengan 2 metode, yaitu dengan cara mengambil informasi yang berasal dari literature berupa *project guide*, data perawatan sebelumnya dan lainnya. Selain itu, wawancara dilakukan agar dapat menggali informasi lebih dalam tentang alat *continuous ship unloader 2*. Penelitian ini dilakukan juga pengamatan pada lokasi alat *continuous ship unloader 2* yakni Terminal Untuk Kepentingan Sendiri PT. Petrokimia Gresik. Adapun Data yang dikumpulkan sebagai berikut :

- 1) *Project guide* dari *continuous ship unloader 2*
- 2) Data kerusakan
- 3) Data Operasional alat
- 4) Data Siklus Perawatan
- 5) Data Fungsi dari *continuous ship unloader 2*

4.2 Mendeskripsikan Sistem

Tahap pendeskripsian akan mendeskripsikan fungsi, sistem kerja dan batasan sistem *screw conveyor* pada *continuous ship unloader2 (CSU 2)*. Terdapat empat *screw conveyor* yang nantinya terfokus lagi pada komponen-komponen yang membangun. Pada tahap ini, juga terdapat FBD yang menjelaskan atau memvisualisasikan cara kerja dan hubungan antar komponen dalam sistem yang ada serta akan memperjelas efek yang timbul saat terjadi kegagalan.

4.2.1 Komponen Vertical conveyor *Continous Ship Unloader 02*

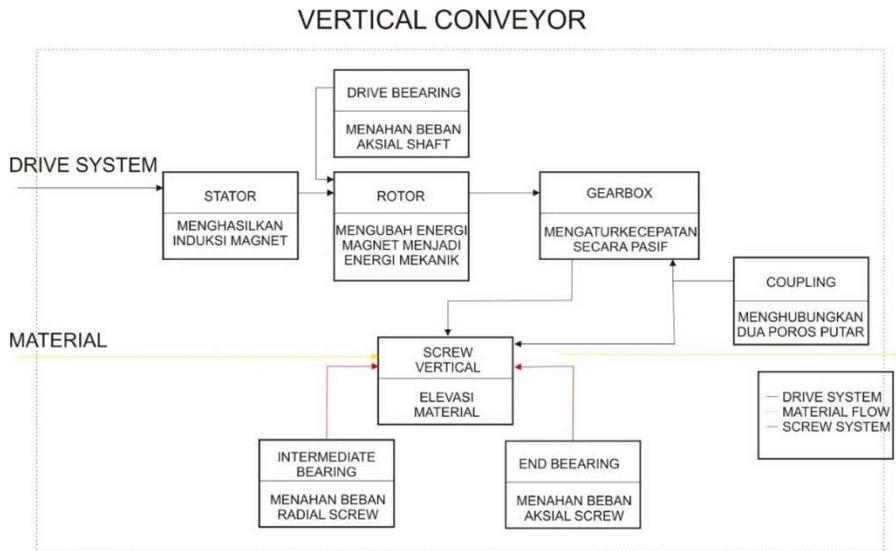
Daftar Komponen diperoleh dari dokumen Aset Register. Penyusunan dokumen Aset register dilakukan dengan menggunakan acuan Dokumen Perusahaan dan kemudian di cocokkan dengan Katalog yang di keluarkan oleh pihak manufaktur. Dua data tersebut nantinya akan di cocokkan dengan *Offshore Reliability Data 2002 Handbook (OREDA 2002)* untuk mengetahui daftar komponen yang dapat dirawat (*maintainable component*). Berikut Merupakan komponen yang terdapat pada Vertical Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Aset Register Vertical Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Lampiran II**

Tabel 4.1 Asset register Vertical Conveyor CSU 2

VERTICAL CONVEYOR CSU 02 SYSTEMS AND COMPONENTS			
PLATFORM	EQUIPMENT	SYSTEM	COMPONENET
Continous Ship Unloader 02	Vertical Conveyor	Drive System	Stator
			Rotor
			Drive Bearing
			Gearbox
			Coupling
		Screw System	Screw Vertical
			Intermediate Bearing
			End Bearing

Perputaran *Vertical Conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Putaran ini dihasilkan oleh Motor listrik 3 fasa yang terdiri dari *stator*, *rotor* dan *drive bearing*. Kecepatan putar akan disesuaikan secara pasif oleh *gearbox* kemudian akan disalurkan menuju *screw vertical* menggunakan bantuan *coupling*. Proses transportasi material curah diakomodasi oleh *screw system*. Material akan didorong oleh *screw vertical* menuju ke atas. Komponen *screw vertical* dijaga oleh *end bearing* dan *intermediate bearing* agar tetap stabil pada saat beroperasi.

Fungsi komponen-komponen tersebut selanjutnya akan diteliti dan dianalisis untuk mengetahui setiap peranan dalam sebuah sistem kerja. *Function Block Diagram* Vertical Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Functional Block Diagram Vertical Conveyor

Proses transportasi material di akomodasi oleh *screw vertical* yang berputar dan mendorong material secara vertikal. Material masuk melalui bagian bawah *screw* dan akan keluar pada bagian atas *screw*. Beban radial *screw* dijaga oleh komponen *intermediate bearing*, sedangkan beban aksial *screw* dijaga oleh *end bearing*. Perputaran

screw conveyor diakomodasi oleh *drive system*. Tenaga putar dihasilkan oleh motor listrik 3 fasa. Motor listrik tersebut tersusun dari Stator yang berfungsi sebagai penghasil induksi magnet, rotor yang berfungsi menerima induksi magnet dan berputar menghasilkan tenaga putar, *drive bearing* yang menahan beban aksial dan radial yang dihasilkan oleh perputaran. Mekanisme pengaturan kecepatan dilakukan secara pasif melalui komponen *gearbox*, kemudian disalurkan menuju *screw conveyor* dengan bantuan komponen *coupling* untuk menghubungkan kedua poros putar. Seluruh komponen pada kedua sistem baik *drive system* maupun *screw system* bekerja secara seri. Dengan adanya kondisi ini dapat disimpulkan bahwa apabila terdapat salah satu komponen pada sistem yang gagal maka keseluruhan sistem dinyatakan gagal.

4.2.2 Komponen *Horizontal Conveyor Continuous Ship Unloader 02*

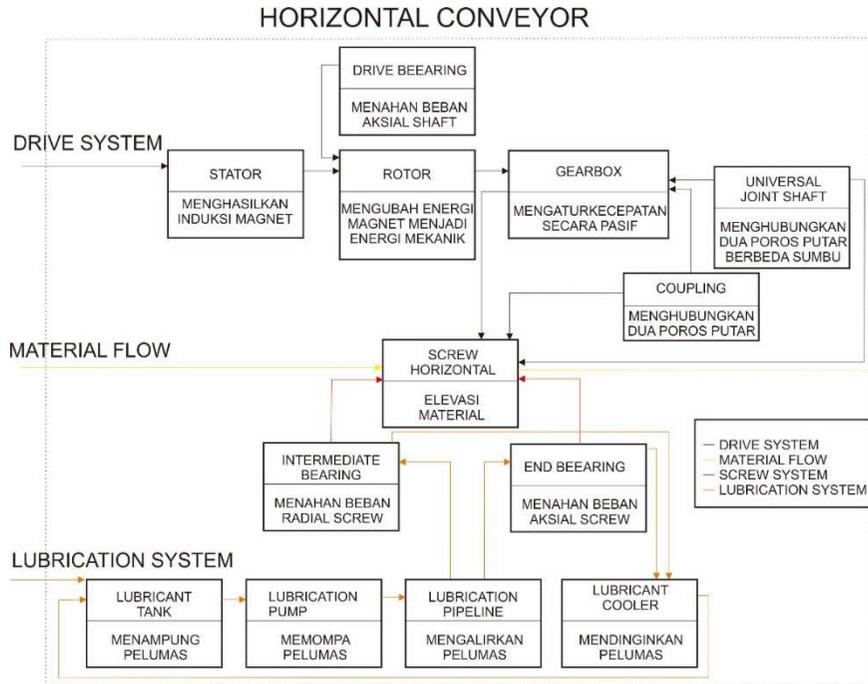
Daftar Komponen diperoleh dari dokumen Aset Register. Penyusunan Aset register dilakukan dengan menggunakan acuan Dokumen Perusahaan dan kemudian di cocokkan dengan Katalog yang di keluarkan oleh pihak manufaktur. Dua data tersebut nantinya akan di cocokkan dengan *Offshore Reliability Data 2002 Handbook (OREDA 2002)* untuk mengetahui daftar komponen yang dapat dirawat (maintainable component). Berikut Merupakan komponen yang terdapat pada Horizontal Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Tabel 4.2** Untuk Aset Register Horizontal Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Lampiran II**.

Tabel 4.2 *Asset register Horizontal Conveyor CSU 2*

HORIZONTAL CONVEYOR CSU 02 SYSTEMS AND COMPONENTS			
PLATFORM	EQUIPMENT	SYSTEM	COMPONENET
Continous Ship Unloader 02	Horizontal Conveyor	Drive System	Stator
			Rotor
			Drive Bearing
			Gearbox
			Coupling
			Universal Joint Shaft
		Lubrication System	Lubrication Pipeline
			Oil Pump
			Lubrication Reservoir oil cooler
		Screw System	Screw horizontal
			Intermediate Bearing
			End Bearing

Perputaran *horizontal conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Putaran ini dihasilkan oleh Motor listrik 3 fasa yang terdiri dari *stator*, *rotor* dan *drive bearing*. Kecepatan putar akan disesuaikan secara pasif oleh *gearbox* kemudian akan disalurkan menuju *screw horizontal* menggunakan bantuan *coupling*, penyambungan dua komponen ini dibantu dengan *universal joint shaft* dikarenakan memiliki 2 poros putar yang berbeda. Proses transportasi material curah diakomodasi oleh *screw system*. Material akan didorong oleh *screw horizontal* secara horizontal menuju arah dermaga. Komponen *screw horizontal* dijaga oleh *end bearing* dan *intermediate bearing* agar tetap stabil pada saat beroperasi.

Fungsi komponen-komponen tersebut selanjutnya akan diteliti dan dianalisis untuk mengetahui setiap peranan dalam sebuah sistem kerja. *Function Block Diagram* Horizontal Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 *Functional Block Diagram Horizontal Conveyor*

Proses transportasi material di akomodasi oleh *screw horizontal* yang berputar dan mendorong material secara Horizontal. Material masuk melalui salah satu ujung *screw* dan akan keluar pada ujung lain *screw*. Beban radial *screw* dijaga oleh komponen *intermediate bearing*, sedangkan beban aksial *screw* dijaga oleh *end bearing*. Perputaran *screw conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Tenaga putar dihasilkan oleh motor listrik 3 fasa. Motor listrik tersebut tersusun dari Stator yang berfungsi sebagai penghasil induksi magnet, rotor yang berfungsi menerima induksi magnet dan berputar menghasilkan tenaga putar, *drive bearing* yang menahan beban aksial dan radial yang dihasilkan oleh perputaran. Mekanisme pengaturan kecepatan dilakukan secara pasif melalui komponen *gearbox*, kemudian disalurkan menuju *screw conveyor* dengan bantuan komponen *coupling* untuk menghubungkan kedua poros putar. Proses pelumasan pada *bearing Screw System* berjenis sistem pelumasan tertutup dan hanya melumasi kedua komponen bearing pada *Screw System*. Lubrication system terdiri dari, Lubrication Pipeline, Oil Pump, Lubrication Reservoir, oil cooler. Seluruh komponen pada ketiga sistem kerja baik *drive system*, lubrication system, dan *screw system* bekerja secara seri. Hal ini berarti apabila terdapat salah satu komponen pada sistem yang gagal maka keseluruhan sistem dapat dinyatakan gagal.

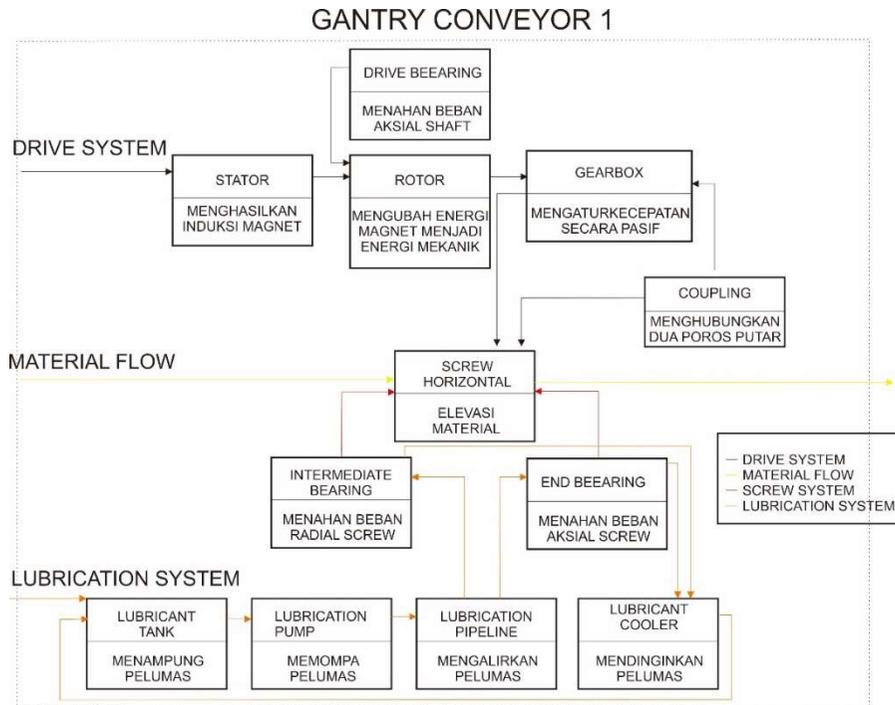
4.2.3 Komponen *Gantry Conveyor 1 Continuous Ship Unloader 02*

Daftar Komponen diperoleh dari dokumen Aset Register. Penyusunan Aset register dilakukan dengan menggunakan acuan Dokumen Perusahaan dan kemudian di cocokkan dengan Katalog yang di keluarkan oleh pihak manufaktur. Dua data tersebut nantinya akan di cocokkan dengan *Offshore Reliability Data 2002 Handbook (OREDA 2002)* untuk mengetahui daftar komponen yang dapat dirawat (maintainable component). Berikut Merupakan komponen yang terdapat pada Gantry Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Tabel 4.3**. Untuk Aset Register Gantry Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Lampiran II**.

Tabel 4.3 *Asset register Gantry Conveyor 1 CSU 2*

GANTRY CONVEYOR 1 CSU 02 SYSTEMS AND COMPONENTS			
PLATFORM	EQUIPMENT	SYSTEM	COMPONENET
Continuous Ship Unloader 02	Gantry Conveyor 1	Drive System	Stator A
			Rotor A
			Drive Bearing A
			Gearbox A
			Stator B
			Rotor B
			Drive Bearing B
			Gearbox B
		Lubrication System	Coupling
			Lubrication Pipeline
			Oil Pump
			Lubrication Reservoir
		Screw System	oil cooler
			Screw Gantry 1
			Intermediate Bearing
			End Bearing

Perputaran *gantry conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Putaran ini dihasilkan oleh Motor listrik 3 fasa yang terdiri dari *stator*, *rotor* dan *drive bearing*. Kecepatan putar akan disesuaikan secara pasif oleh *gearbox* kemudian akan disalurkan menuju *screw gantry 1* menggunakan bantuan *coupling*. Proses transportasi material curah diakomodasi oleh *screw system*. Material akan didorong oleh *screw gantry 1* menuju ke atas. Komponen *screw Gantry 1* dijaga oleh *end bearing* dan *intermediate bearing* agar tetap stabil pada saat beroperasi. Fungsi komponen-komponen tersebut selanjutnya akan diteliti dan dianalisis untuk mengetahui setiap peranan dalam sebuah sistem kerja. *Function Block Diagram* Gantry Conveyor 1 CSU 02 dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 *Functional Block Diagram Gantry Conveyor 1*

Proses transportasi material di akomodasi oleh *screw Gantry 1* yang berputar dan mendorong material menuju *belt conveyor* yang terdapat pada dermaga. Material masuk melalui salah satu ujung *screw* dan akan keluar pada ujung lain *screw*. Beban radial *screw* dijaga oleh komponen *intermediate bearing*, sedangkan beban aksial *screw* dijaga oleh *end bearing*. Perputaran *screw conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Tenaga putar dihasilkan oleh motor listrik 3 fasa. Motor listrik tersebut tersusun dari Stator yang berfungsi sebagai penghasil induksi magnet, rotor yang berfungsi menerima induksi magnet dan berputar menghasilkan tenaga putar, *drive bearing* yang menahan beban aksial dan radial yang dihasilkan oleh perputaran. Mekanisme pengaturan kecepatan dilakukan secara pasif melalui komponen *gearbox*, kemudian disalurkan menuju *screw conveyor* dengan bantuan komponen *coupling* untuk menghubungkan kedua poros putar. Selain itu terdapat dua motor listrik yang bersifat redundansi. Proses pelumasan pada *bearing Screw System* berjenis sistem pelumasan tertutup dan hanya melumasi kedua komponen bearing pada *Screw System*. *Lubrication system* terdiri dari *Lubrication Pipeline*, *Oil Pump*, *Lubrication Reservoir*, *oil cooler*. Pada Gantry Conveyor 1 CSU 02, terdapat dua motor listrik yang bersifat redundansi, hal ini menambah keandalan *drive system* menjadi lebih tinggi. Dengan adanya dua motor listrik yang terhubung secara paralel maka apabila ada kegagalan komponen stator, rotor, *drive bearing* pada salah satu motor listrik maka sistem masih bisa berjalan tanpa hambatan. Untuk kedua sistem lain seluruh komponen bekerja secara seri, hal ini berarti apabila terdapat salah satu komponen pada sistem yang gagal maka keseluruhan sistem dapat dinyatakan gagal.

4.2.4 Komponen *Gantry Conveyor 2 Continous Ship Unloader 02*

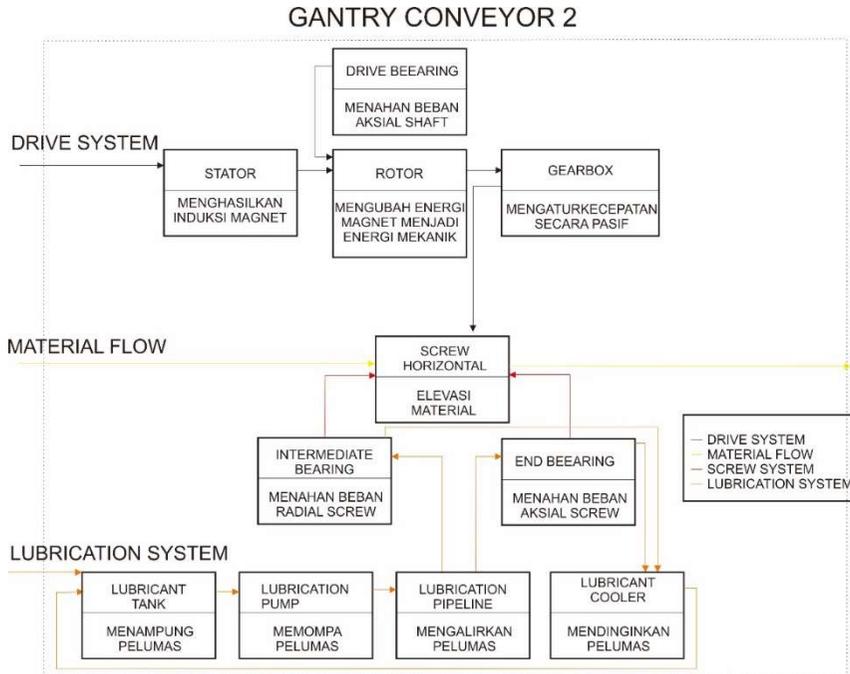
Daftar Komponen diperoleh dari dokumen Aset Register. Penyusunan Aset register dilakukan dengan menggunakan acuan Dokumen Perusahaan dan kemudian di cocokkan dengan Katalog yang di keluarkan oleh pihak manufaktur. Dua data tersebut nantinya akan di cocokkan dengan *Offshore Reliability Data 2002 Handbook (OREDA 2002)* untuk mengetahui daftar komponen yang dapat dirawat (*maintainable component*). Berikut Merupakan komponen yang terdapat pada Gantry Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Tabel 4.4** Untuk Aset Register Gantry Conveyor CSU 02 dapat dilihat pada **Lampiran II**.

Tabel 4.4 *Asset register Gantry Conveyor 2 CSU 2*

GANTRY CONVEYOR 2 CSU 02 SYSTEMS AND COMPONENTS			
PLATFORM	EQUIPMENT	SYSTEM	COMPONENET
Continous Ship Unloader 02	Gantry Conveyor 2	Drive System	Stator
			Rotor
			Drive Bearing
			Gearbox
		Lubrication System	Lubrication Pipeline
			Oil Pump
			Lubrication Reservoir oil cooler
		Screw System	Screw Gantry 2
			Intermediate Bearing
			End Bearing

Perputaran *gantry conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Putaran ini dihasilkan oleh Motor listrik 3 fasa yang terdiri dari *stator*, *rotor* dan *drive bearing*. Kecepatan putar akan disesuaikan secara pasif oleh *gearbox* kemudian akan disalurkan menuju *screw Gantry 2* secara langsung, hal ini dikarenakan ukuran *screw* yang pendek jadi tidak memerlukan bantuan *coupling*. Proses transportasi material curah diakomodasi oleh *screw system*. Material akan didorong oleh *screw Gantry 2* menuju menuju *conveyor belt* yang terdapat pada dermaga. Komponen *screw Gantry 2* dijaga oleh *end bearing* dan *intermediate bearing* agar tetap stabil pada saat beroperasi.

Fungsi komponen-komponen tersebut selanjutnya akan diteliti dan dianalisis untuk mengetahui setiap peranan dalam sebuah sistem kerja. *Function Block Diagram* Gantry Conveyor 2 CSU 02 dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 *Functional Block Diagram Gantry Conveyor 2*

Proses transportasi material di akomodasi oleh *screw Gantry 2* yang berputar dan mendorong material menuju *belt conveyor* yang terdapat pada dermaga. Material masuk melalui salah satu ujung *screw* dan akan keluar pada ujung lain *screw*. Beban radial *screw* dijaga oleh komponen *intermediate bearing*, sedangkan beban aksial *screw* dijaga oleh *end bearing*. Perputaran *screw conveyor* diakomodasi oleh *drive system*. Tenaga putar dihasilkan oleh motor listrik 3 fasa. Motor listrik tersebut tersusun dari Stator yang berfungsi sebagai penghasil induksi magnet, rotor yang berfungsi menerima induksi magnet dan berputar menghasilkan tenaga putar, *drive bearing* yang menahan beban aksial dan radial yang dihasilkan oleh perputaran. Mekanisme pengaturan kecepatan dilakukan secara pasif melalui komponen *gearbox*, kemudian disalurkan menuju *screw conveyor secara langsung*. Selain itu terdapat dua motor listrik yang bersifat redundansi. Proses pelumasan pada *bearing Screw System* berjenis sistem pelumasan tertutup dan hanya melumasi kedua komponen bearing pada *Screw System*. Lubrication system terdiri dari, Lubrication Pipeline, Oil Pump, Lubrication Reservoir, oil cooler. Seluruh komponen pada ketiga sistem kerja baik *drive system*, lubrication system, dan *screw system* bekerja secara seri.

4.3 Analisa *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Setelah mengetahui daftar komponen, sistem kerja dan fungsi setiap komponen penelitian dilanjutkan menuju analisis *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)*. Pada tahapan ini seluruh komponen akan dianalisis seluruh potensial *failure mode* dan potensial *failure effect* yang berpotensi untuk terjadi. Berikut merupakan rangkuman hasil analisis *FMEA Continous Ship Unloader 2* pada masing-masing *screw conveyor*. *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) screw conveyor Continous Ship Unloader 02*. Untuk *FMEA*, selengkapnya bisa dilihat pada **Lampiran III**

4.4 Menentukan Maintenance Task

Setelah mengetahui potensial *failure mode* dan *failure effect*, penelitian dilanjutkan dengan menyusun *decision workheet* yang berisi tindakan perawatan untuk menyikapi *potensial failure mode* dan *failure effect* yang ada. Metode analisis yang digunakan adalah metode *Logic Tree Analysis (LTA)* Penyusunan diawali dengan menganalisis tipe kegagalan yang terjadi, Menurut Moubray (2000) kegagalan dibagi menjadi dua yaitu *hidden failure* dan *evident failure*. *Hidden failure* adalah sebuah kondisi dimana ketika sebuah kegagalan terjadi, tidak terdapat tanda-tanda yang dapat diketahui oleh operator Sedangkan *evident failure* adalah kondisi dimana ketika sebuah kegagalan terjadi terdapat tanda-tanda yang dapat diketahui oleh operator. Tahapan kedua penyusunan *decision worksheet* adalah analisis konsekuensi kegagalan. Menurut Moubray (2000) konsekuensi kegagalan dibagi menjadi 3 aspek yaitu *safety*, *environment*, dan *operation*. Aspek *safety* adalah keterkaitan kegagalan terhadap keselamatan pekerja. Aspek *environment* adalah keterkaitan kegagalan terhadap lingkungan. Aspek *operation* adalah keterkaitan terhadap proses operasional.

Tabel 4.5 Hasil Akhir Konsekuensi *Failure Mode*

Konsekuensi Kegagalan	
Tipe	Jumlah
Hidden	0
Safety	0
Environment	0
Operation	70
Total	70

Tabel 4.6 Hasil Akhir Maintenance Task

Kategori Perawatan	
Tipe Perawatam	Jumlah
Schedule On Condition Task	43
Schedule Restoration task	20
Schedule Discard Task	7
Failure Finding Task	0
Redesign	0
Combination	0
Jumlah	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Analisis Kualitatif dan penyusunan RCM II Decision Worksheet dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Komponen *vertical Conveyor* dipilih tindakan perawatan *Scheduled on Condition* untuk mengatasi 11 potensial Failure mode, tindakan *scheduled restoration task* untuk 5 potensial failure mode dan *Scheduled Discard task* untuk mengatasi 1 potensial failure mode
- Komponen *Horizontal Conveyor* dipilih tindakan perawatan *Scheduled on Condition* untuk mengatasi 12 potensial Failure mode, tindakan *scheduled restoration task* untuk 5 potensial failure mode dan *Scheduled Discard task* untuk mengatasi 2 potensial failure mode
- Komponen *Gantry Conveyor 1* dipilih tindakan perawatan *Scheduled on Condition* untuk mengatasi 12 potensial Failure mode, tindakan *scheduled restoration task* untuk 5 potensial failure mode dan *Scheduled Discard task* untuk mengatasi 2 potensial failure mode
- Komponen *gantry Conveyor 2* dipilih tindakan perawatan *Scheduled on Condition* untuk mengatasi 12 potensial Failure mode, tindakan *scheduled restoration task* untuk 5 potensial failure mode dan *Scheduled Discard task* untuk mengatasi 2 potensial failure mode

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- Hasil penelitian perlu untuk ditinjau lebih lanjut secara rutin setiap bulan di masa mendatang mengingat usia CSU yang semakin menua.
- Perlu data yang lebih spesifik untuk melakukan penelitian yang lebih baik.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara langsung di lapangan mengenai komponen kelistrikan dikarenakan komponen kelistrikan juga mejadi salah satu bagian dari CSU 02 mengingat komponen tersebut tidak dicantumkan pada data perusahaan dan katalog yang dikeluarkan oleh pihak manufaktur.

“Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Pustaka

- Anon., 1999. Surface Vehicle/ Aerospace Standard JA 1011. In: *Evaluation Criteria for Reliability Centered Maintenance Processes*. USA: SAE International.
- Anon., 2002. Surface Vehicle/ Aerospace Recommended JA1012. In: *Evaluation Criteria for Reliability Centered Maintenance Processes*. USA: SAE International.
- Arunraj N.S, e. a., 2006. Risk-based maintenance—Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 653–661*.
- Bates, L., 2008. Screw Conveyors. In: *Guide to the Design, Selection, and Application of Screw Feeders*. s.l.:s.n.
- Corder, A., 2001. Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi.
- Fikri, R. O. S. G. a. F., 2016. The Assessment of Berth Occupancy Ratio (BOR) to Achieve Required. *The 2nd Conference on Innovation and Industrial Applications (CINIA 2016)*.
- Ima Khota Tiara, P. R., 2017. Analisis Kebijakan Perawatan mesin CSU 1 PT. Petrokimia Gresik.
- Mendes, A. A., 2014. establishment of a maintenance plan based on quantitative analysis in the contxt of RCM in a JIT production scenario. *reliabilit engineering and system safety*.
- Moubray, J., 1997. *Reliability-centered Maintenance II*. s.l.:s.n.
- Nisa, M., 2008. Perenc:anaan Kegiatan Perawatan Pada Unit Produksi Butiran padat Dengan Basic RCM di PT. Petrokimia Kayaku.
- Oguzhan Yavuz, e. a., 2019. Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry.
- Selvik, J., 2011. a framework for reliability and risk centered maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*.
- Sendiri, T. U. K., 2018. *Annual Report*, Gresik: PT. Petrokimia Gresik.
- Siwertell, n.d. *Continous Ship Unloader Project Guide Project: 7/12BT01 rev.00/13-01-21*. s.l.:s.n.

Sudrajat, A., 2011. In: *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Makassar: PT. Refika Aditama.

Utomo, B., 2018. ANALISIS PENGENDALIAN DOWNTIME PROSES PRODUKSI PADA UNIT NPK GRANULASI I DENGAN MENGGUNAKAN KONSEP PLAN, DO, CHECK, ACTION (PDCA) DI PT PETROKIMIA GRESIK. *Undergraduate Thesis*.

Ysaad B., e. a., 2013. Reliability centered maintenance optimization for power distribution. *Electrical Power and Energy system*.

Lampiran I :

Project Guide *Continous Ship Unloader 2*

FUNCTION

Siwertell

General

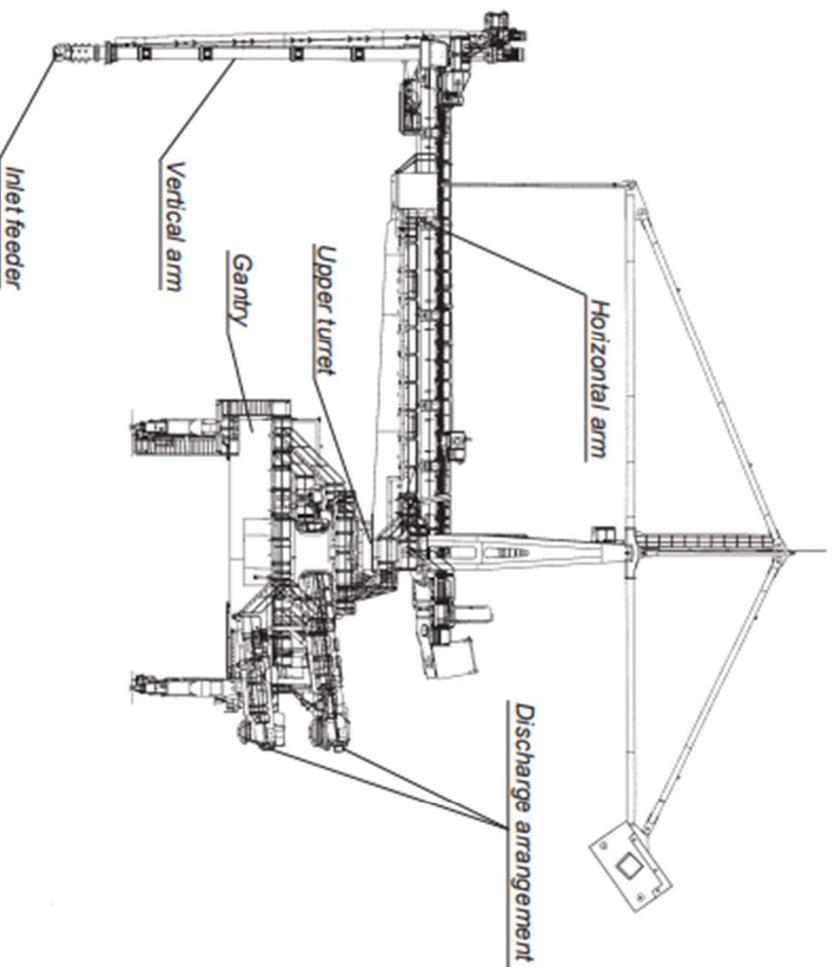
The **SIWERTELL** shipunloader is a system of screw conveyors.

The system is built so that it is possible to unload bulk material from ships, or similar vessels in a dust-free, fast and economical way.

General Description

The shipunloader is built up of following main parts :

- Vertical arm with screw conveyor,
- Inlet feeder
- Horizontal arm with screw conveyor
- Overbeam arrangement
- Upper Turret
- Gantry with lower turret and two screw conveyors
- Discharge arrangement



Material flow

In the ship's hold the bulk material is fed by the counter-rotating inlet feeder into the vertical conveyor.

The transport screw in the vertical conveyor has a constant speed, selected for the material to be unloaded. The counter-rotating inlet feeder has variable speed, automatically adjusted.

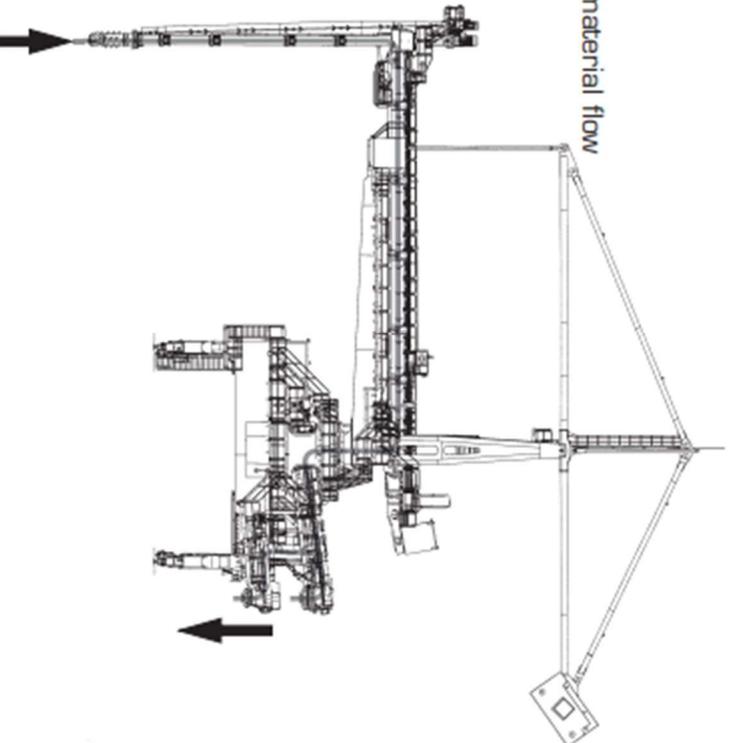
The material leaves the vertical conveyor into the horizontal conveyor through a short feeding box.

The horizontal conveyor has a somewhat higher capacity than the vertical conveyor to avoid blocking.

Between the vertical and horizontal conveyors there is a transfer arrangement with a seal, which allow for the pendulum motion.

At the end of the horizontal conveyor the material falls down through the vertical chute and into the gantry conveyor. At the end of the gantry conveyor there is an outlet with discharging arrangement to transport the material to the belt conveyor on shore.

Sketch on material flow



FUNCTION

Siwertell

Inlet feeder and vertical conveyor

The inlet feeder is driven by a stepless frequency controlled motor with enclosed gear.

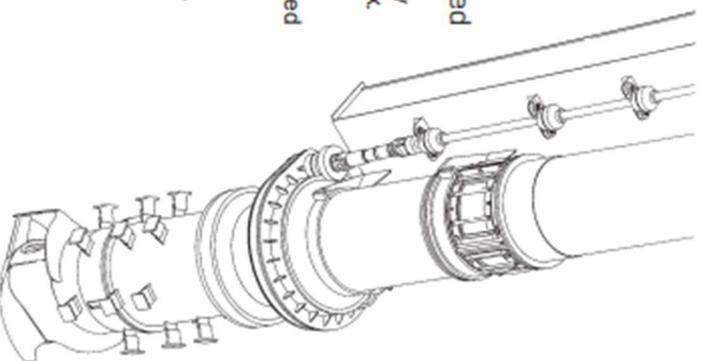
The inlet feeder is designed to take the total weight of the arm system in case it touches the tank top or if it is parked on the quay.

The vertical conveyor is driven by two electric motors, located on top of the vertical arm.

Automatical adjustment of the inlet feeder speed

The filling efficiency in % of the rated load can be manually set by the operator on the potentiometer on the control box. The speed of the counter-rotating inlet feeder is adjusted automatically so that the feeding corresponds with the set value on the potentiometer. The actual load can be observed continuously on the LCD display on the control box.

For unloading of the bottom layer in the ships hold, front loaders are preferably used to build up piles of material for the inlet feeder to work in.



Motions

Arm-system	Motion	Angle	Working range	Remarks	
Total arm system	Slewing	right 110° up 20°	left 110° down 16°	220° 36°	Angle to horizontal plane, off duty up 35° down 20°.
Horizontal arm	Luffing	out 30°	in 30°	60°	Angle to vertical plane
Vertical arm	Pendulum				

During unloading the vertical arm is movable $\pm 30^\circ$ from the vertical plane away from or towards the quay when unloading. At the same time the horizontal arm can be raised 20° and lowered 16° , when working. The horizontal arm can be raised 30° when not handling material. Both arms can be slewed.

The whole unloader can also move along the quay on the rail track.

The slewing sector is right 110° and left 110° (from quay centre line) with the centre at the turret.

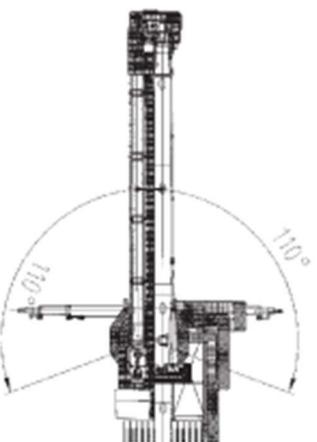
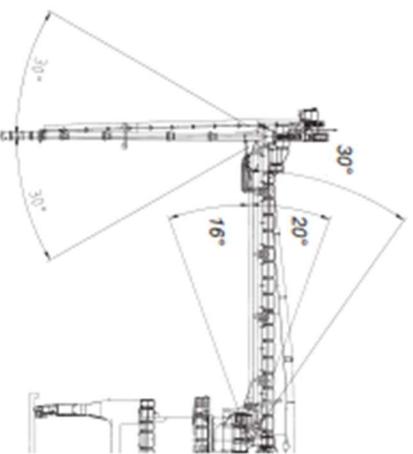
(See the table on the previous side):

It is possible to use the unloader in wind speeds up to 20 m/s - 44 mph. The brakes are sufficient to keep the unloader in position up to this wind speed.

When not in use, or when the wind speed exceeds 20 m/s - 44 mph during operation the shipunloader shall be parked and storm locked.

See volume 1 – Operation, for specific instructions how to perform storm locking.

Pictures are typical



⚠ WARNING



Operation in wind speeds exceeding 20 meters per second - 44 pmh could result in severe injury or death.

Wind speeds exceeding 20 meters per second - 44 mph can cause the shipunloader/arm system to move and crush.

Stop operation, park and perform storm locking for wind speeds exceeding 20 meters per second - 44 mph.

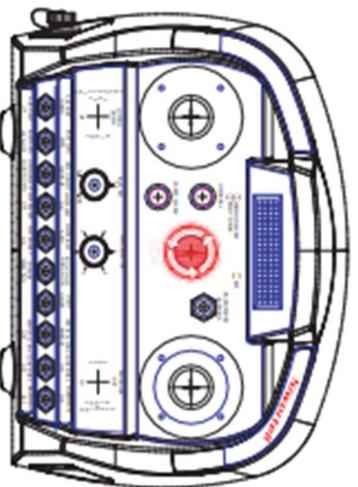
When the shipunloader is not used it must be parked and storm locked.

Manoeuvring

All motions and operations are controlled from the operators cabin or from the radio remote control box, carried by one man, standing by the ships hatch.



All motions are controlled by means of two multi function control levers, inside the operators cabin or on the radio remote control box.



Drive motors

The conveyors are driven by electric squirrel-cage 3-phase motors. The rpm are reduced in enclosed oil lubricated gears.

Hydraulics

Both the luffing and pendulum movements are hydraulically operated.

Hydraulic oil is pumped from the piston pump and oil-tank through the hydraulic pipes to the different hydraulic cylinders, via proportional hydraulic valves.

Safety overload protection valves are built into all hydraulic motions.

The inlet feeder is driven by an electric squirrel-cage 3-phase motor with frequency control, an enclosed lubricated gear, universal joint shafts, and a transmission shaft.

The slewing motion is driven by electric squirrel-cage 3-phase motors with frequency control and enclosed lubricated gears.

The unloader is driven along the track on the quay by means of electric squirrel-cage 3-phase motors with frequency control and enclosed lubricated gears.

Electric supply

The high voltage transformer transforms the incoming power supply (6000 Volts) to normal motor voltage (380 Volts).

There are also sub transformers for control voltage, lighting network, etc...

Dustfilter

To prevent dusting, the shipunloader is equipped with a dustfilter. There one dustfilter at the horizontal conveyor, one at the gantry conveyor and one at the discharging arrangement. The dustfilter has a 10 minutes running time, after the conveyors stop, to clean the filter bags.

Pressurized cleaning air is supplied by the compressor located in a separate compartment.

When unloading sulphur the dustfilters are not running.

Ladders, platforms etc...

It is possible to safely reach almost all parts of the unloader for inspection and lubrication by a system of ladders and platforms with railings.



Fall and trip hazards could cause severe injury or death.

When working outside of normal access ways and when exposed to fall, trip and slip hazards a safety harness shall be used. Note that in many cases the preferred alternative is to use a manlift instead of trying to reach the component from the shipunloader itself.



Illumination

The shipunloader have a system of lights, floodlights and common lights.

Floodlights:

8 on the unloader vertical arm illuminating the working area

Power failure

If there is an interruption in the electric supply, all electric motors will of course stop, including the main pump motor in the hydraulic system. However, safety valves ensure that the vertical and the horizontal arms remain in the position they had when the electric supply was interrupted.

Lubrication

The shipunloader is equipped with a closed automatic lubrication system that lubricates the following points:

Horizontal conveyor and two gantry conveyors

The two end bearing glands each connected to a direct feed line on the lubricator.

The intermediate bearings each connected to a direct feed line on the lubricator.

Slewing bearing

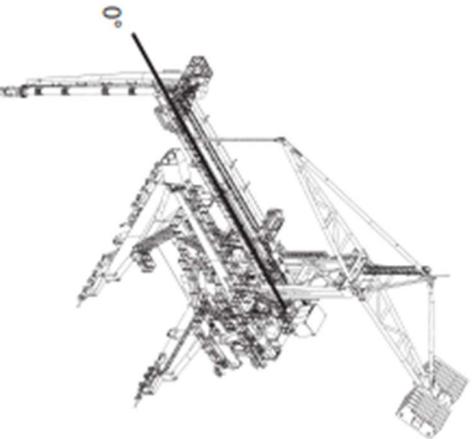
The bearing is lubricated via a semi-automatic system. The 24 lubrication points on the slewing bearing are lubricated via progressive feeders direct from the barrel pump.

Auxiliary hoist

The shipunloader is equipped with a 16 metric ton electric wire rope hoist, thus making it possible to lift in and out front loaders for final cleaning.

The auxiliary hoist is operated from the control box.

An angle sensor enables operation of the hoist only when horizontal arm is luffed up above 0°.



⚠WARNING

Drop hazard underneath hanging load could cause severe injury or death.

Max load 16 metric tons.



When using the auxiliary hoist make sure to use proper and approved wires, chains, shackles etc. DO NOT overload. DO NOT allow people to go underneath a hanging load – keep a safe distance.

Operation time counter

In the switch gear compartment there is a counter for the amount of hours in operation, measured on the vertical conveyor, which gives information such as:

- Real unloading time for a specific ship
- Service intervals (as shown in the SIMON-system*) calculated on working time, or calendar time.

*SIMON-system = Siwertell Monitoring System.

Component Identification

POS.	DESCRIPTION	
1	INLET FEEDER	
1A	Motor	
1B	Gearbox, upper	
1C	Gearbox, lower	
1D	Support bearing	
1E	Transmission shaft	
1F	Universal joint shaft (upper + lower)	
1G	Safety coupling inlet drive	
1H	Bottom bearing	
2	VERTICAL SCREW CONVEYOR	
2A	Motors	
2B	Gear box	
2C	Safety coupling	
2D	Universal joint shaft	
2E	OD-support	
3	HORIZONTAL CONVEYOR	
3A	Motor	
3B	Gear box	
3C	Drive bearing	
3D	End bearing	
3E	Intermediate bearing	
3F	Universal joint shaft	
3G	Automatic lubrication unit	
4	GANTRY CONVEYOR 1	
4A	Motor 1	
4B	Gear box 1	
4C	Motor 2	
4D	Gear box 2	
4E	Drive bearing	
4F	End bearing	
4G	Intermediate bearing	
4H	Universal joint shaft	
4I	Automatic lubrication unit	
5	GANTRY CONVEYOR 2	
5A	Motor	
5B	Gear box	
5C	Drive bearing	
5D	End bearing	
5E	Automatic lubrication unit	
6	DISCHARGE ARRANGEMENT	
6A	Loading carriage	
6B	Chute	
7	TRAVELLING	
7A	Motor	
7B	Gear box	
8	HYDRAULIC UNIT	
9	CABLE CHAIN	
10	HYDRAULIC CYLINDER PENDULUM	
11	HYDRAULIC CYLINDER LUFFING	
12	SLEWING MACHINERY	
13	SLEWING BEARING	
14	COUNTER WEIGHT	
15	END CARRIAGE, SEASIDE	
16	END CARRIAGE, LANDSIDE	
17	OUTER HINGE	
18	INNER HINGE	
19	AUXILIARY HOIST	
20	TRANSFORMER	
21	COMPRESSOR	
22	BARREL PUMP	
23	WATER EQUIPMENT	
24	DUSTFILTER	
25	SPEED GUARD	
26	STORM LOCK FOR VERTICAL ARM	
27	STORM LOCK FOR ENDCARRIAGE SEASIDE	
28	STORM LOCK FOR ENDCARRIAGE LANDSIDE	
29	SWITCHGEAR COMPARTMENT	
30	OPERATORS CABIN	
31	EMERGENCY STOP BUTTONS	

Lampiran II
Asset Register

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
PT. XY									
	Direktur Teknik dan Pengembangan								
		Dept. Pengelolaan Pelabuhan							
			Dermaga Utama						
				Continous Ship Unloader 2					
					BCSU2-1-VC				Vertical Conveyor CSU 2
						BCSU2-1-VC-EM			Drive System
							BCSU2-1-VC-EM-SE		Stator
							BCSU2-1-VC-EM-RE		Rotor
							BCSU2-1-VC-EM-DB		Drive Bearing
							BCSU2-1-VC-EM-GB		Gearbox
							BCSU2-1-VC-EM-CS		Coupling

(lanjutan Aset register Vertical Conveyor Continuous Ship Unloader 02)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
						BCSU2-1-VC-SH			Screw System
							BCSU2-1-VC-SH1		Screw Vertical
								BCSU2-1-VC-SH1-IB	Intermediate Bearing
								BCSU2-1-VC-SH1-EB	End Bearing

Asset Register Horizontal Conveyor Continuous Ship Unloader 2

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
PT. XY									
	Direktur Teknik Dan Pengembangan								
		Dept. Pengelolaan Pelabuhan							
			Dermaga Utama						
				Continuous Ship Unloader2					
					BCSU2-3-HC				Horisontal

									Conveyor CSU2
									Drive System
									Stator
									Rotor
									Drive bearing

(lanjutan Aset register Horizontal Conveyor Continous Ship Unloader 02)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
							BCSU2-3-HC-EM-GB		gearbox
							BCSU2-3-HC-EM-CS		Coupling
							BCSU2-3-HC-SH-UJS		Universal Joint Shaft
						BCSU2-3-HC-SL			Lubrication System
							BCSU2-3-HC-SL-LP		Lubrication Pipeline
							BCSU2-3-HC-SL-OP		Oil Pump
							BCSU2-3-HC-SL-LT		Lubrication Reservoir

						BCSU2-3- HC-SL-OC		oil cooler
					BCSU2-3-HC-SH			Screw System
						BCSU2-3- HC-SH1		Screw Horizontal
							BCSU2-- HC-SH1- IB	Intermediate Bearing
							BCSU2-3- HC-SH1- EB	End Bearing

Asset Register Gantry Conveyor 1 Continuous Ship Unloader 2

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
PT. XY									
	Direktur Teknik dan Pengembangan								
		Dept. Pengelolaan Pelabuhan							
			Dermaga Utama						
				Continous Ship Unloader 2					
						BCSU2-4-GC			Gantry 1 Conveyor CSU2
							BCSU2-4-GC1-EM1		Drive S ystem A
								BCSU2-4-GC1-EM1-SEA	Stator A
								BCSU2-4-GC1-EM1-REA	Rotor A
								BCSU2-4-GC1-EM1-DBA	Drive bearing A
								BCSU2-4-GC1-EM1-GBA	gearbox A

							BCSU2-4-GC1-EM2		Drive System B
								BCSU2-4-GC1-EM2-SEB	Stator B
								BCSU2-4-GC1-EM2-REB	Rotor B
								BCSU2-4-GC1-EM2-DBB	Drive bearing B
								BCSU2-4-GC1-EM2-GBB	gearbox B

(lanjutan Asset Register Gantry Conveyor 1 CSU 02)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Keterangan
							BCSU2-4-GC1-EM2-CS		Coupling
						BCSU2-4-GC1-SL			Lubrication System
							BCSU2-4-GC1-SL-LP		Lubrication Pipeline
							BCSU2-4-GC1-SL-OP		Oil Pump
							BCSU2-4-GC1-SL-LT		Lubrication Reservoir
							BCSU2-4-GC1-SL-OC		Oil cooler
						BCSU2-4-GC1-SH			Scew System
							BCSU2-4-GC1-SH1		Screw Horizontal
								BCSU2-4-GC1-SH1-IB	Intermediate Bearing
								BCSU2-4-GC1-SH1-EB	End Bearing

Asset Register Gantry Conveyor 2 CSU 02

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Type
PT. XY									
	Direktur Teknik dan Pengembangan								
		Dept. Pengelolaan Pelabuhan							
			Dermaga Utama						
				Continous Ship Unloader 2					

(Lanjutan Aset Register Gantry Conveyor 2 CSU 02)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Type
					BCSU2-5-GC2				Gantry 2 Conveyor CSU2
						BCSU2-5-GC2-EM			Drive System
							BCSU2-5-GC2-EM-SE		stator
							BCSU2-5-GC2-EM-RE		Rotor
							BCSU2-5-GC2-EM-DB		Drive bearing

						BCSU2-5-GC2-EM-GB		Gearbox	
						BCSU2-5-GC2-SL		Lubrication System	
						BCSU2-5-GC2-SL-LP BCSU2-5-GC2-SL-OP BCSU2-5-GC2-SL-LT BCSU2-5-GC2-SL-OC		Lubrication Pipeline	
								Oil Pump	
								Lubrication Reservoir	
								Oil Cooler	
								Screw System	
						BCSU2-5-GC2-SH	BCSU2-4-GC2-SH1		
								BCSU2-4-GC2-SH1-IB	Intermediate Bearing
								BCSU2-4-GC2-SH1-EB	End Bearing

LAMPIRAN III

FMEA dan DECISION WORKSHEET

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD	SYSTEM	SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
	Continous Ship Unloader 2				
	SUB-SYSTEM	SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
	Drive System - Vertical Conv				
FUNCTION	FUNCTIONAL FAILURE <i>(Loss of Function)</i>	FAILURE MODE <i>(Cause of Failure)</i>	FAILURE EFFECT <i>(What Happen When It Fails)</i>		
1	A	drive system tidak memutar screw	1 stator gagal menghasilkan induksi magnet	1	menyebabkan tidak adanya putaran yang dihasilkan dari motor listrik karena tidak menyediakan energi untuk menggerakkan rotor yang dapat diperhatikan oleh operator lapang. sehingga motor listrik tidak akan menggerakkan screw vertical.
			2 Rotor mengalami missaligment	2	rotor missaligmnnet dapat menyebabkan tidak adanya putaran dari motor listrik yang bisa disalurkan menuju ke shaft screw vertical dan bisa diamati oleh operator pada lapangan. akibatnya screw vertical tidak bisa berputar.
			3 safety coupling tidak menyalurkan putaran dari drive system menuju screw system karena overload	3	safety coupling yang tidak menyalurkan putaran dari motor listrik akan menyebabkan tidak berputarnya screw vertical. yang bisa diamati oleh operator yang bertugas pada lapangan
	B	Drive system memutar screw vertical kurang dari rpm	1 stator menghasilkan induksi magnet rendah	4	induksi magnet yang rndah dapat menyebabkan putaran dari rotor yang kurang dari ... dapat dilihat pada indikator remote control / kabin CSU oleh operator yang sedang bertugas. hal ini dapat berakibat pada proses bongkar muatan oleh menjadi tidak maksimal. kecepatan yang rendah juga akan menurunkan waktu efektif bongkar
			2 putaran rotor rendah karena keausan	5	Menyebabkan putaran yang akan diteruskan ke screw vertical menjadi berkurang. akibatnya screw vertical tidak berkerja secara maksimal. mode kegagalan ini dapat dideteksi pada kabin operator yang menunjukkan indikator kecepatan pada screw vertical.
			3 missaligment antara rotor dengan gearbox	6	missaligment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.

		4	gearbox mengalami keausan karena penggunaan normal	7	rotor yang mengalami missalignment pada saat pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada gearbox yang berakibat pada menurunnya kinerja. kerusakan juga dapat menurunkan kapasitas bongkar material.
	C Getaran dan kebisingan yang tinggi	1	Kerusakan Bearing karena penggunaan normal	8	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
		2	Rotor yang tidak balance	9	putaran screw vertical akan mengalami penurunan performa dan juga dapat mengakibatkan gearbox lebih cepat aus yang dapat menurunkan performa bongkar muat.
		3	Kesalahan alignment pada Coupling	10	kesalahan alignment pada coupling dapat menyebabkan bertambahnya panas pada bearing karena bertambahnya gesekan dan vibrasi dan akibatnya umur bearing akan berkurang. selain itu, juga akan mengakibatkan bertambahnya suara bising dan kerusakan pada shaft yang ditandai dengan tidak ada putaran yang tersalurkan pada screw vertical.
		4	Shaft bengkok karena missalignment	11	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang dan juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
		5	Bearing aus karena pelumasan buruk	12	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.

RCM II		SYSTEM	SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
INFORMATION WORKSHEET		Continous Ship Unloader 2				
© 1996 ALADON LTD		SUB-SYSTEM	SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
		Screw System - Vertical Conv				
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE	FAILURE MODE	FAILURE EFFECT		
		<i>(Loss of Function)</i>	<i>(Cause of Failure)</i>	<i>(What Happen When It Fails)</i>		
1	untuk menyalurkan material curah dari kapal menuju screw horizontal setinggi 22 meter.	A screw vertical gagal mendorong material dengan tinggi 22 meter	1 missalignment pada shaft	1	mengakibatkan putaran dari screw vertical tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	
			2 blade mengalami kerusakan karena gesekan dengan material	2	jika blade screw mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan material yang terelevasi menjadi berkurang hingga terhenti. sehingga tidak ada material yang bisa terdischarge.	
		B getaran dan kebisingan yang tinggi	1 missalignment pada shaft	3	mengakibatkan putaran dari screw vertical tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	
			2 screw tersumbat oleh material asing	4	dapat mengakibatkan blade menjadi sobek sehingga dak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	
			3 kerusakan bearing karena penggunaan normal	5	screw akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.	

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD		SYSTEM	SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
		Continous Ship Unloader 2				
		SUB-SYSTEM	SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
© 1996 ALADON LTD		Drive System - Horizontal Conv				
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE	FAILURE MODE	FAILURE EFFECT		
		<i>(Loss of Function)</i>	<i>(Cause of Failure)</i>	<i>(What Happen When It Fails)</i>		
1	untuk menggerakkan <i>screw horizontal</i> dengan putaran sebesar rpm	A drive system tidak memutar screw	1 stator gagal menghasilkan induksi magnet	1	menyebabkan tidak adanya putaran yang dihasilkan dari motor listrik karena tidak menyediakan energi untuk menggerakkan rotor yang dapat diperhatikan oleh operator lapang. sehingga motor listrik tidak akan menggerakkan screw horizontal.	
			2 Rotor mengalami missalignment	2	rotor missalignmnet dapat menyebabkan tidak adanya putaran dari motor listrik yang bisa disalurkan menuju ke shaft screw Horizontal dan bisa diamati oleh operator pada lapangan. akibatnya screw horizontal tidak bisa berputar.	
			3 safety coupling tidak menyalurkan putaran dari drive system menuju screw system karena overload	3	safety coupling yang tidak menyalurkan putaran dari motor listrik akan menyebabkan tidak berputarnya screw horizontal. yang bisa diamati oleh operator yang bertugas pada lapangan	
		B Drive system memutar screw vertical kurang dari rpm	1 stator menghasilkan induksi magnet rendah	4	induksi magnet yang rendah dapat menyebabkan putaran dari rotor yang kurang dari ... dapat dilihat pada indikator remote control / kabin CSU oleh operator yang sedang bertugas. hal ini dapat berakibat pada proses bongkar muatan oleh menjadi tidak maksimal.	
			2 putaran rotor rendah karena keausan	5	Menyebabkan putaran yang akan diteruskan ke screw horizontal menjadi berkurang. akibatnya screw Horizontal tidak berkerja secara maksimal. mode kegagalan ini dapat dideteksi pada kabin operator yang menunjukkan indikator kecepatan pada screw horizontal.	

			3	missalignment antara rotor dengan gearbox	6	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
			4	gearbox mengalami keausan karena penggunaan normal	7	rotor yang mengalami missalignment pada saat pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada gearbox yang berakibat pada menurunnya kinerja. kerusakan juga dapat menurunkan kapasitas bongkar material.
			5	missalignment universal joint shaft	8	hal ini dapat mengakibatkan putaran yang diterima oleh screw horizontal menjadi berkurang dan juga getaran yang tinggi menjadi akibat dari misalignment dari universal joint shaft.
		C	1	Kerusakan Bearing	9	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
			2	Rotor yang tidak balance	10	putaran screw vertical akan mengalami penurunan performa dan juga dapat mengakibatkan gearbox lebh cepat aus yang dapat menurunkan performa bongkar muat.
			3	Kesalahan alignment pada Coupling	11	kesalahan alignment pada coupling dapat menyebabkan bertambahnya panas pada bearing karea bertambahnya gesekan dan vibrasi dan akibatnya umur bearing akan berkurang. selain itu, juga akan mengakibatkan bertambahnya suara bising dan kerusakan pada shaft yan ditandai dengan tidak ada putaran yang tersalurkan pada screw vertical.

			4	Shaft bengkok karena missalignment	12	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
			5	Bearing aus karena pelumasan buruk	13	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
			6	bearing pada universal joint shaft mengalami keausan	14	jika bearing mengalami keausan akan menyebabkan sambungan antara 2 shaft akan terganggu. akibatnya getaran tinggi dan noise akan berlebih.

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD		SYSTEM	SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO	
		Continous Ship Unloader 2					
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE <i>(Loss of Function)</i>	FAILURE MODE <i>(Cause of Failure)</i>	FAILURE EFFECT <i>(What Happen When It Fails)</i>			
1	untuk menyalurkan material curah dari kapal menuju screw gantry setinggi 28,9 meter.	A	screw vertical gagal mendorong material sepanjang 28,9 meter	1	missalignment pada shaft	1	mengakibatkan putaran dari screw horizontal tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada
				2	blade mengalami kerusakan karena gesekan dengan material	2	jika blade screw mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan material yang terelevasi menjadi berkurang hingga terhenti. sehingga tidak ada material yang bisa terdischarge.
		B	getaran dan kebisingan yang tinggi	1	missalignment pada shaft	3	mengakibatkan putaran dari screw horizontal tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.
				2	screw tersumbat oleh material asing	4	dapat mengakibatkan blade menjadi sobek sehingga dak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.
				3	kerusakan bearing	5	screw akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD		SYSTEM		SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
		Continous Ship Unloader 2					
		SUB-SYSTEM		SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
		Drive System - Gantry 1 Conv					
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE		FAILURE MODE		FAILURE EFFECT	
		<i>(Loss of Function)</i>		<i>(Cause of Failure)</i>		<i>(What Happen When It Fails)</i>	
1	untuk menggerakkan <i>screw horizontal</i> dengan putaran sebesar rpm	A	drive system tidak memutar screw	1	stator gagal menghasilkan induksi magnet	1	menyebabkan tidak adanya putaran yang dihasilkan dari motor listrik karena tidak menyediakan energi untuk menggerakkan rotor yang dapat diperhatikan oleh operator lapang. sehingga motor listrik tidak akan menggerakkan screw Gantry 1.
				2	Rotor mengalami missalignment	2	rotor missalignmnet dapat menyebabkan tidak adanya putaran dari motor listrik yang bisa disalurkan menuju ke shaft screw Gantry 1 dan bisa diamati oleh operator pada lapangan. akibatnya screw Gantry 1 tidak bisa berputar.
				3	safety coupling tidak menyalurkan putaran dari drive system menuju screw system karena overload	3	safety coupling yang tidak menyalurkan putaran dari motor listrik akan menyebabkan tidak berputarnya screw Gantry 1. yang bisa diamati oleh operator yang bertugas pada lapangan
		B	Drive system memutar screw vertical kurang dari rpm	1	stator menghasilkan induksi magnet rendah	4	induksi magnet yang rendah dapat menyebabkan putaran dari rotor yang kurang dari ... dapat dilihat pada indikator remote control / kabin CSU oleh operator yang sedang bertugas. hal ini dapat berakibat pada proses bongkar muatan oleh menjadi tidak maksimal.

			2	putaran rotor rendah karena keausan	5	Menyebabkan putaran yang akan diteruskan ke screw Gantry 1 menjadi berkurang. akibatnya screw Gantry 1 tidak berkerja secara maksimal. mode kegagalan ini dapat dideteksi pada kahn operator yang menunjukkan indikator kecepatan pada screw Gantry 1 .
			3	missalignment antara rotor dengan gearbox	6	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
			4	gearbox mengalami keausan karena penggunaan normal	7	rotor yang mengalami missalignment pada saat pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada gearbox yang berakibat pada menurunnya kinerja. kerusakan juga dapat menurunkan kapasitas bongkar material.
			4	missalignment universal joint shaft	8	hal ini dapat mengakibatkan putaran yang diterima oleh screw horizontal menjadi berkurang dan juga getaran yang tinggi menjadi akibat dari misalignment dari universal joint shaft.
		C	1	Kerusakan Bearing	9	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
			2	Rotor yang tidak balance	10	putaran screw Gantry 1 akan mengalami penurunan performa dan juga dapat mengakibatkan gearbox lebh cepat aus yang dapat menurunkan performa bongkar muat.

			3	Kesalahan alignment pada Coupling	11	kesalahan alignment pada coupling dapat menyebabkan bertambahnya panas pada bearing karea bertambahnya gesekan dan vibrasi dan akibatnya umur bearing akan berkurang. selain itu, juga akan mengakibatkan bertambahnya suara bising dan kerusakan pada shaft yan ditandai dengan tidak ada putaran yang tersalurkan pada screw gantry 1
			4	Shaft bengkok karena missalignment	12	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
			5	Bearing aus karena pelumasan buruk	13	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
			6	bearing pada universal joint shaft mengalami keausan	14	jika bearing mengalami keausan akan menyebabkan sambungan antara 2 shaft akan terganggu. akibatnya getaran tinggi dan noise akan berlebih.

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD	SYSTEM		SYSTEM NO		FACILITATOR	DATE	SHEET NO
	Continous Ship Unloader 2						
	SUB-SYSTEM		SUB-SYSTEM NO		AUDITOR	DATE	of
	Screw System - Gantry 1 Conv						
1 untuk menyalurkan material curah dari kapal menuju discharge arrangement sepanjang 10,35 meter.	A	screw vertical gagal mendorong material dengan tinggi 22 meter	1	missalignment pada shaft	1	mengakibatkan putaran dari screw Gantry 1 tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	
			2	blade mengalami kerusakan karena gesekan dengan material	2	jika blade screw mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan material yang terelevasi menjadi berkurang hingga terhenti. sehingga tidak ada material yang bisa terdischarge.	
	B	getaran dan kebisingan yang tinggi	1	missalignment pada shaft	3	mengakibatkan putaran dari screw Gantry 1 tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	
			2	screw tersumbat oleh material asing	4	dapat mengakibatkan blade menjadi sobek sehingga tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.	

			3	kerusakan bearing	5	screw akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
--	--	--	---	-------------------	---	--

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD		SYSTEM	SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
		Continous Ship Unloader 2				
		SUB-SYSTEM	SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
		Drive System - Gantry 2 Conv				
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE	FAILURE MODE	FAILURE EFFECT		
		<i>(Loss of Function)</i>	<i>(Cause of Failure)</i>	<i>(What Happen When It Fails)</i>		
1	untuk menggerakkan <i>screw horizontal</i> dengan putaran sebesar rpm	A drive system tidak memutar screw	1 stator gagal menghasilkan induksi magnet	1	menyebabkan tidak adanya putaran yang dihasilkan dari motor listrik karena tidak menyediakan energi untuk menggerakkan rotor yang dapat diperhatikan oleh operator lapang. sehingga motor listrik tidak akan menggerakkan screw horizontal.	
			2 Rotor mengalami missalignment	2	rotor missalignmnet dapat menyebabkan tidak adanya putaran dari motor listrik yang bisa disalurkan menuju ke shaft screw gantry 2 dan bisa diamati oleh operator pada lapangan. akibatnya screw gantry 2 tidak bisa berputar.	
			3 safety coupling tidak menyalurkan putaran dari drive system menuju screw system karena overload	3	safety coupling yang tidak menyalurkan putaran dari motor listrik akan menyebabkan tidak berputarnya screw gantry 2. yang bisa diamati oleh operator yang bertugas pada lapangan	
		B Drive system memutar screw vertical kurang dari rpm	1 stator menghasilkan induksi magnet rendah	4	induksi magnet yang rndah dapat menyebabkan putaran dari rotor yang kurang dari ... dapat dilihat pada indikator remote control / kabin CSU oleh operator yang sedang bertugas. hal ini dapat berakibat pada proses bongkar muatan oleh menjadi tidak maksimal. kecepatan yang rendah juga akan menurunkan waktu efektif bongkar muatan.	
			2 putaran rotor rendah karena keausan	5	Menyebabkan putaran yang akan diteruskan ke screw gantry 2 menjadi berkurang. akibatnya screw gantry 2 tidak bekerja secara maksimal. mode kegagalan ini dapat dideteksi pada kabn operator yang menunjukkan indikator kecepatan pada screw gantry 2.	

			3	missalignment antara rotor dengan gearbox	6	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.	
			4	gearbox mengalami keausan karena penggunaan normal	7	rotor yang mengalami missalignment pada saat pemasangan dapat menyebabkn kerusakan pada gearbox yang berakibat pada menurunnya kinerja. kerusakan juga dapat menurunkan kapasitas bongkar material.	
			4	missalignment universal joint shaft	8	hal ini dapat mengakibatkan putaran yang diterima oleh screw gantry 2 menjadi berkurang dan juga getaran yang tinggi menjadi akbiat dari misalignment dari universal joint shaft.	
		C	Getaran dan kebisingan yang tinggi	1	Kerusakan Bearing	9	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
				2	Rotor yang tidak balance	10	putaran screw gantry 2 akan mengalami penurunan performa dan juga dapat mengakibatkan gearbox lebh cepat aus yang dapat menurunkan performa bongkar muat.
				3	Kesalahan alignment pada Coupling	11	kesalahan alignment pada coupling dapat menyebabkan bertambahnya panas pada bearing karea bertambahnya gesekan dan vibrasi dan akibatnya umur bearing akan berkurang. selain itu, juga akan mengakibatkan bertambahnya suara bising dan kerusakan pada shaft yan ditandai dengan tidak ada putaran yang tersalurkan pada screw gantry 2.

			4	Shaft bengkok karena missalignment	12	missalignment akan menyebabkan proses pemindahan kecepatan menjadi terganggu. akibatnya, kecepatan yang keluar menjadi berkurang da juga dapat menyebabkan getaran yang tinggi pada motor listrik.
			5	Bearing aus karena pelumasan buruk	13	motor akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.
			6	bearing pada universal joint shaft mengalami keausan	14	jika bearing mengalami keausan akan menyebabkan sambungan antara 2 shaft akan terganggu. akibatnya getaran tinggi dan noise akan berlebih.

RCM II INFORMATION WORKSHEET © 1996 ALADON LTD	SYSTEM		SYSTEM NO	FACILITATOR	DATE	SHEET NO
	Continous Ship Unloader 2					
	SUB-SYSTEM		SUB-SYSTEM NO	AUDITOR	DATE	of
	Screw System - Gantry 2 Conv					
1	untuk menyalurkan material curah dari kapal menuju discharge arrangement sepanjang 10,35 meter.	A screw vertical gagal mendorong material dengan tinggi 10,35 meter	1	missalignment pada shaft	1	mengakibatkan putaran dari screw gantry 2 tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.
			2	blade mengalami kerusakan karena gesekan dengan material	2	jika blade screw mengalami kerusakan maka dapat mengakibatkan material yang terelevasi menjadi berkurang hingga terhenti. sehingga tidak ada material yang bisa terdischarge.
		B getaran dan kebisingan yang tinggi	1	missalignment pada shaft	3	mengakibatkan putaran dari screw gantry 2 tidak maksimal sehingga material tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.
			2	screw tersumbat oleh material asing	4	dapat mengakibatkan blade menjadi sobek sehingga tidak bisa terelevasi dengan baik sehingga performa bongkar material menjadi menurun. mode kegagalan ini dapat dilihat oleh operator pada lapangan dengan indikasi tidak ada output material yang keluar.
			3	kerusakan bearing	5	screw akan mengalami penurunan performa yang menyebabkan kapasitas bongkar muatan menurun dan motor mengalami vibrasi yang ditandai dengan berkurangnya material yang dapat dibongkar.

RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator		Date	Sheet No	FORM 6			
DESICION			Continuous Ship Unloader 2															
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor		Date	of				
© 1996 ALADON LTD			Drive System - Vertical															
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By
							S1	S2	S3									
F	FF	FM	H	S	E	0	N1	N2	N3	H4	H5	S4						
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task				Mechanic	
1	B	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	B	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task				Mechanic	
1	C	1	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task				Mechanic	
1	C	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	C	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	C	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task				Mechanic	
1	C	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator		Date	Sheet No	FORM 6			
DESICION			Continuous Ship Unloader 2															
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor		Date	of				
© 1996 ALADON LTD			Screw System - Vertical															
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval	Can Be Done By
							S1	S2	S3									
F	FF	FM	H	S	E	0	N1	N2	N3	H4	H5	S4						
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task				Mechanic	
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	B	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task				Mechanic	
1	B	3	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task				Mechanic	

RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator			Date		Sheet No			
DESICION			Continous Ship Unloader 2																
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date		of			
© 1996 ALADON LTD			Drive System - Horizontal													FORM 6			
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval		Can Be Done By
							S1	S2	S3										
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4							
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task					Mechanic	
1	B	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	B	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task					Mechanic	
1	B	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	C	1	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task					Mechanic	
1	C	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	C	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	C	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task					Mechanic	
1	C	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	C	6	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task					Mechanic	
RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator			Date		Sheet No			
DESICION			Continous Ship Unloader 2																
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date		of			
© 1996 ALADON LTD			Screw System - Horizontal													FORM 6			
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval		Can Be Done By
							S1	S2	S3										
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4							
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task					Mechanic	
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	B	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task					Mechanic	
1	B	3	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task					Mechanic	

RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator			Date			Sheet No					
DESICION			Continous Ship Unloader 2																			
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date			of					
© 1996 ALADON LTD			Drive System - Gantry 1														FORM 6					
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval			Can Be Done By		
							S1	S2	S3													
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4										
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	1	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	C	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	C	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	6	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task			Mechanic						
RCM II			SYSTEM					SYSTEM NO			Facilitator			Date			Sheet No					
DESICION			Continous Ship Unloader 2																			
WORKSHEET			SUB-SYSTEM					SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date			of					
© 1996 ALADON LTD			Screw System - Gantry 1														FORM 6					
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task			Initial Interval			Can Be Done By		
							S1	S2	S3													
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4										
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	3	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task			Mechanic						

RCM II			SYSTEM							SYSTEM NO			Facilitator			Date			Sheet No			FORM 6
DESICION			Continous Ship Unloader 2																			
WORKSHEET			SUB-SYSTEM							SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date			of			
© 1996 ALADON LTD			Drive System - Gantry 1																			
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task				Initial Interval		Can Be Done By		
							S1	S2	S3													O1
F	FF	FM	H	S	E	0	N1	N2	N3	H4	H5	S4										
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	1	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	C	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	3	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	4	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	C	5	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	C	6	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task			Mechanic						

RCM II			SYSTEM							SYSTEM NO			Facilitator			Date			Sheet No			FORM 6
DESICION			Continous Ship Unloader 2																			
WORKSHEET			SUB-SYSTEM							SUB-SYSTEM NO			Auditor			Date			of			
© 1996 ALADON LTD			Screw System - Gantry 2																			
Information Worksheet			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Proposed Task				Initial Interval		Can Be Done By		
							S1	S2	S3													O1
F	FF	FM	H	S	E	0	N1	N2	N3	H4	H5	S4										
1	A	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y					Schedule Restoration Task			Mechanic						
1	B	1	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	2	Y	N	N	Y	Y						Schedule On-Condition Task			Mechanic						
1	B	3	Y	N	N	Y	N	N	Y				Schedule Discard Task			Mechanic						