

PERENCANAAN PERAWATAN RUBBER TYRED GANTRY MENGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II

Muhammad Tony Pradana¹⁾, Arief Subekti²⁾, Priyo Agus Setiawan³⁾

¹ Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{2,3} Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS,
Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

Email: muh.tonypradana@gmail.com

Abstract

Rubber Tyred Gantry is one of intermodal operations that serves tools or objects to lift, move and send down from one place into another place. One of the problems that often happen when operating a Rubber Tyred Gantry crane is failure of component function. The appropriate method to be used in determining the maintenance policy is Reliability Centered Maintenance (RCM) II. Failure of component functions is reviewed from Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Risk assessment is obtained from the calculation of Risk Priority Number (RPN) by multiplying the value of severity, occurrence, and detection then the highest is results from risk assessment. To anticipate these failures, maintenance activities are given by taking into account RCM II decision diagram. Quantitative calculations are given to determine the optimal maintenance interval (TM). From the results of the study, there were 17 forms of malfunction in the Rubber Tyred Gantry. The results of the risk assessment with the RPN shows that the critical components that need to get priority in providing care on Rubber Tyred Gantry is the failure of the Twist Lock function on the Spreader. Determination of the optimal maintenance interval is given to the component that has a scheduled restoration task and scheduled discard task so that the action becomes technically feasible to minimize the consequences of failure.

Keywords : Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Interval Maintenance (TM), Reliability Centered Maintenance (RCM) II, Risk Priority Number (RPN), Rubber Tyred Gantry (RTG)

Abstrak

Rubber Tyred Gantry yang merupakan jenis alat berat yang berfungsi untuk mengangkat alat atau benda yang digunakan untuk mengangkat, memindahkan serta menurunkan suatu benda ke tempat lain. Salah satu permasalahan yang sering timbul pada saat pengoperasian Rubber Tyred Gantry adalah komponennya mengalami kegagalan fungsinya.. Metode yang sesuai untuk digunakan dalam menentukan kebijakan perawatan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM) II. Kegagalan fungsi komponen ditinjau dari Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Penilaian risiko didapatkan dari perhitungan Risk Priority Number (RPN) dengan mengalikan nilai severity, occurrence, dan detection kemudian hasil tertinggi dari penilaian risiko, Untuk mengantisipasi kegagalan tersebut maka kegiatan perawatan diberikan dengan memperhatikan RCM II decision diagram. Perhitungan kuantitatif diberikan untuk menentukan interval perawatan optimal (TM). Dari hasil penelitian diketahui terdapat 17 bentuk kegagalan fungsi pada Rubber Tyred Gantry . Hasil penilaian risiko dengan RPN menunjukkan bahwa komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas dalam memberikan perawatan pada Rubber Tyred Gantry adalah kegagalan fungsi Twist Lock pada Spreader. Penentuan interval perawatan optimal diberikan pada komponen yang mengalami scheduled restoration task dan scheduled discard task agar tindakan tersebut menjadi technically feasible untuk menurunkan konsekuensi kegagalan.

Kata Kunci : Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Interval Perawatan (TM), Reliability Centered Maintenance (RCM) II, Risk Priority Number (RPN), Rubber Tyred Gantry (RTG)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan alat dan penyedia jasa bongkar muat sangat berkaitan erat dengan produktifitas dan efisiensi kinerja. Sebagai penyedia jasa bongkar dan muat, perusahaan menyediakan jasa bongkar dan muat dengan menggunakan alat bantu yaitu alat angkat dan angkut. Salah satu alat yang sering digunakan dalam proses bongkar muat adalah *Rubber Tyred Gantry* (RTG).

Dalam pengoperasian *Rubber Tyred Gantry* (RTG) ditemui beberapa kasus permasalahan yang dapat menimbulkan baik potensi maupun kecelakaan kerja yang dimana dapat menghambat atau mengganggu proses bongkar muat. Salah satu permasalahan yang sering timbul pada saat pengoperasian *Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah komponen *spreader* mengalami kegagalan fungsinya yaitu mengunci muatan agar tidak terlepas, pada kasus ini terdapat kegagalan fungsi dimana *twistlock* pada *spreader* tidak dapat mengunci dengan optimal, sehingga muatan terlepas dan jatuh kebawah dan dapat mengenai pekerja yang berada disekelilingnya yang sedang melakukan pekerjaan.

Salah satu metode yang sesuai untuk digunakan dalam menentukan kebijakan perawatan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah sebuah proses sistematis yang harus dilakukan untuk menjamin setiap asset fisik agar dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya serta keselamatannya. Dalam *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II dapat melakukan identifikasi kegagalan dan menilai resiko kegagalan pada *Rubber Tyred Gantry*, penentuan jenis perawatan komponen yang tepat pada *Rubber Tyred Gantry*, dan penentuan interval perawatan pada *Rubber Tyred Gantry* yang dimana memiliki batasan yaitu kerusakan komponen yang tercatat pada data kerusakan dan penentuan distribusi menggunakan *Software weibull ++6*

METODE PENELITIAN

Maintenance

Kegiatan *maintenance* ditujukan untuk meyakinkan bahwa aset fisik yang dimiliki dapat terus berlanjut memenuhi apa yang diinginkan oleh pengguna (*user*) terhadap fungsi yang dijalankan oleh aset tersebut (Moubray, 1997). Kegiatan perawatan pada dasarnya terbagi menjadi tiga kategori yaitu : *Preventive Maintenance*, *Corrective Maintenance*, *Predictive maintenance*.

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Sebuah proses disebut sebagai proses RCM jika memenuhi tujuh pertanyaan dasar dan prosesnya berlangsung sesuai dengan urutan pertanyaan tersebut. Tujuh pertanyaan dasar RCM tersebut meliputi fungsi komponen, kegagalan fungsi, modus kegagalan, efek kegagalan, dampak kegagalan, *proposed task*, dan *default action*. (Moubray, 1991).

Urutan metode penelitian ini adalah pertama mengumpulkan catatan kegagalan dan perbaikan. *Membuat Functional Block Diagram* (FBD), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), selanjutnya Catatan kegagalan dan perbaikan komponen digunakan untuk mengetahui nilai TTF (Time To Failure) dan TTR (Time To Repair). Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam *software weibull++ version 6* untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai. Interval waktu *maintenance* ditentukan berdasarkan biaya *maintenance* (CM), biaya perbaikan (CR), MTTR, MTTF, serta parameter distribusi setiap komponen. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai interval perawatan optimal (TM)

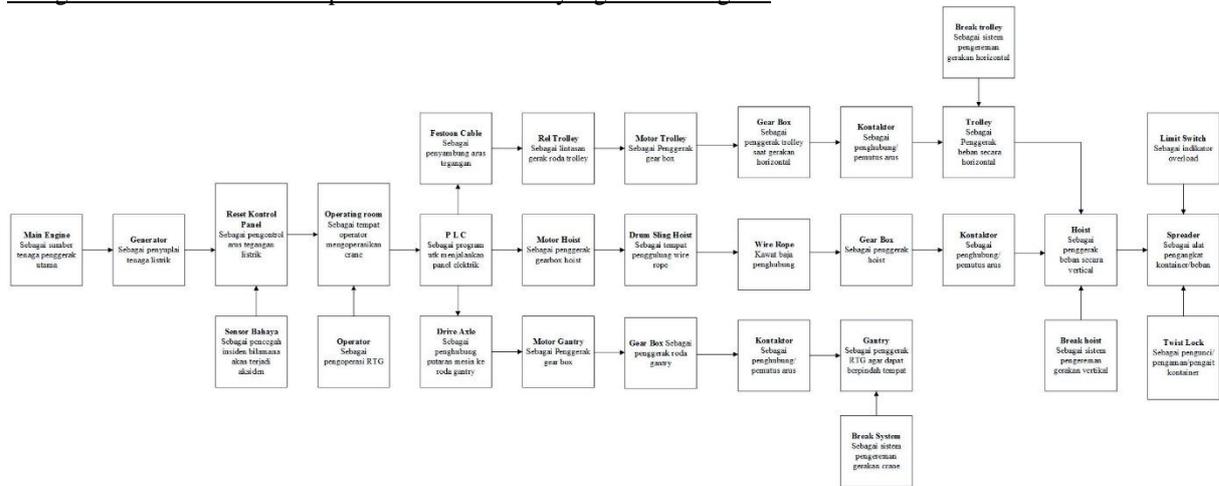
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rubber Tyred Gantry merupakan suatu alat angkat yang berfungsi untuk memindahkan muatan yang berat seperti peti kemas/kontainer dari truk ke tempat penumpukan atau sebaliknya serta memiliki lintasan untuk beroperasinya *Rubber Tyred Gantry*. Komponen terdiri dari *Main engine*, *generator*, Sensor bahaya, PLC, *motor hoist*, *gearbox hoist*, *drum hoist*, *brake hoist*, *Spreader*, *Twistlock*, *Limit switch*, *Telescopic*, *motor trolley*, *brake trolley*, *gearbox trolley*, *drum trolley*, *wire rope*.

Functional block diagram (FBD)

Pembuatan *Functional block diagram* (FBD) dari *Rubber Tyred Gantry* yaitu bahwa sistem aliran kerja dari *Rubber Tyred Gantry* yaitu dimulai dari Main Engine sebagai sumber tenaga penggerak, kemudian tenaga dari Main Engine dikonversikan menuju Generator sebagai penyuplai aliran listrik, kemudian untuk mengatur tegangan yang akan dialirkan dilakukan pengontrolan pada kontrol panel, selanjutnya operator sebagai pengoperasi RTG melakukan pekerjaannya diruang operator RTG, dalam ruang operator terdapat PLC sebagai unit pengontrol/program untuk melakukan perintah terhadap *Gantry*, *Trolley* dan *Hoist*. *Gantry* berfungsi sebagai penggerak/melakukan perubahan posisi agar RTG dapat bergerak/melakukan gerakan perpindahan antar blok pada lapangan penumpukan. *Trolley* berfungsi sebagai penggerak secara horizontal yang dimana untuk dilakukan perubahan posisi beban selanjutnya dilakukan pemindahan muatan secara horizontal. *Hoist* berfungsi sebagai penggerak secara vertikal yang dimana untuk mengangkat beban. Sebelum beban dilakukan pemindahan terlebih dahulu beban diapit oleh *spreader* sebagai komponen terpenting agar beban dapat diapit, sebagai

penguncinya *twistlock* bertujuan sebagai pengunci muatan agar tidak terjatuh dan juga dilengkapi *limit switch* sebagai sensor bilamana terdapat *overload* muatan yang akan diangkat.



Gambar 1. Functional block diagram Rubber Tyred Gantry

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) atau pada RCM II *Information Worksheet* dapat diketahui bahwa terdapat 17 bentuk kegagalan *Rubber Tyred Gantry* yang mengakibatkan *Rubber Tyred Gantry* gagal menjalankan fungsinya. *Engine Motor* fungsinya adalah sebagai motor penggerak gearbox, kegagalan fungsi pada *engine motor* adalah motor tidak dapat bekerja atau rusak, bentuk kegagalannya terdapat asupan bahan bakar tidak sempurna dikarenakan injector tidak bekerja sesuai dengan fungsinya, kemudian yaitu *Overheating* dikarenakan *Water pump* pada engine tidak bekerja sehingga mesin panas, Dampak kegagalannya adalah mesin tidak dapat beroperasi. Generator fungsinya adalah sebagai pensuplai tenaga listrik, kegagalan fungsinya adalah tidak dapat mensuplai tenaga listrik, bentuk kegagalannya terdapat tegangan generator hilang dikarenakan AVR *connector* gagal bekerja, kemudian Arus kumparan tidak seimbang dikarenakan kerusakan pada kumparan akibat momen punter yang besar, dampak kegagalannya adalah terjadinya konsleting listrik. Gearbox fungsinya adalah sebagai penggerak *Hoist* dan *Trolley*, kegagalan fungsinya adalah tidak bias menggerakkan *hoist* atau *trolley*, bentuk kegagalannya terdapat gigi penggerak macet dikarenakan gigi penggerak pecah kemudiangigi penggerak aus karena gesekan yang terlalu tinggi, dampak kegagalannya adalah menghambat proses bongkar muat karena mesin tidak bisa beroperasi dengan maksimal. *Brake System* fungsinya sebagai pengereman gerakan *hoist* atau *trolley*, kegagalan fungsinya terdapat rem macet dikarenakan kampas rem habis kemudian rem *loss* karena adanya kebocoran pada saluran minyak rem, dampak kegagalannya adalah pada saat mesin beroperasi untuk melakukan gerakan *hoist* atau *trolley* tidak dapat melakukan pengereman sehingga dapat terjadi benturan. Drum sling fungsinya sebagai tempat penggulung *wire rope* secara merata, kegagalan fungsinya tidak dapat mengatur gulungan *wire rope*, bentuk kegagalannya terdapat spiral drum sling retak atau rusak dikarenakan komponen sudah masa *lifetime* kemudian penampang drum sling tidak rata karena kurangnya pelumasan sehingga penampang aus. *Wire rope* sebagai kawat baja penghubung, kegagalan fungsinya tidak dapat menarik atau mengulur, bentuk kegagalan terdapat kawat terputus dikarenakan *overload* kemudian kawat aus dikarenakan kurangnya pelumasan sehingga gesekan tinggi, jika kegagalan terjadi maka dapat menyebabkan beban terjatuh. Puli digunakan untuk menggerakkan alur *wire rope*, bentuk kegagalannya terdapat keausan pada *grooves* dan putaran puli tidak seimbang dikarenakan kurangnya pelumasan sehingga gesekan terlalu tinggi. *Reset control panel* sebagai control naik turunnya tegangan sehingga menstabilkan tegangan listrik yang masuk, bentuk kegagalannya terdapat komponen terbakar dikarenakan *lifetime* kemudian kabel terputus karena penempatan atau pemasangan kabel yang tidak sesuai, jika RCP gagal melakukan fungsinya maka tegangan yang masuk pada *Rubber Tyred Gantry* tidak stabil sehingga *Rubber Tyred Gantry* tidak dapat beroperasi. PLC *Electrical drive motor* sebagai program untuk menjalankan panel elektrik pada *Rubber Tyred Gantry*, bentuk kegagalannya terdapat PLC *card error* factor penyebabnya adalah pemutusan alur listrik secara tiba-tiba kemudian terdapat isolasi kabel yang tidak sesuai sehingga terkelupas bahkan putus. *Spreader* sebagai rangka penjepit beban, bentuk kegagalannya terdapat indikator rusak sehingga tidak dapat menjalankan fungsinya kemudian batang *twist lock* tidak mampu menahan beban factor penyebabnya adalah pengelasan yang tidak sesuai, sudah masa *lifetime* dan baut pada *twist lock* kendur sehingga terlepas. *Limit switch* sebagai indikator *overload* jika gagal menjalankan fungsinya maka tidak dapat mengindikasikan jika terjadi *overload* sehingga dapat merusak fungsi komponen yang lain seperti *wire rope* akan terputus karena mengangkat beban yang besar, *limit switch* gagal dikarenakan komponen sudah masa *lifetime*. *Telescopic* untuk mengatur dan

menyesuaikan panjang beban untuk dijepit, bentuk kegagalannya terdapat *hydraulic pump* rusak dan *chain telescopic* bengkok.

Risk Priority Number (RPN)

Penilaian RPN yang telah diberikan terhadap masing-masing bentuk kegagalan dari komponen *Rubber Tyred Gantry* dapat diketahui yang memiliki prioritas risiko tertinggi dengan nilai RPN yaitu kegagalan pada *Twist Lock* pada *Spreader* dengan penilaian *severity, occurrence, detection* antara 18 - 36 yaitu termasuk dalam kategori *high risk* sehingga komponen tersebut harus diprioritaskan dalam melakukan kegiatan perawatan karena memiliki risiko yang sangat tinggi jika peralatan tersebut gagal maka dapat mengancam keselamatan pekerja dan juga kerugian yang besar bagi perusahaan.

Tabel 1
Failure mode and Effects analysis and Risk Priority Number

System :				Fasilitator :	Date :		RPN		
Sub-System :				Auditor :	Year		Value		
No	Equipment	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN

RCM II Decision Worksheet

1. *Scheduled On-condition task*

Kegiatan perawatan (*maintenance*) ini menjadi prioritas pertama dalam penentuan tindakan perawatan karena berupaya untuk memprediksi kapan peralatan mengalami penurunan kemampuan sebelum diputuskan untuk dilakukan penggantian komponen (*discard*) ataupun pemulihan (*restore*) komponen untuk menghindari konsekuensi atau dampak dari *functional failure*. Teknik perawatan ini melibatkan kemampuan operator untuk memprediksi komponen mana yang akan mengalami kegagalan.

2. *Scheduled Restoration Task*

Kegiatan perawatan (*maintenance*) ini dilakukan jika komponen yang mengalami kegagalan fungsi masih memungkinkan dilakukan perbaikan untuk mengembalikan fungsi seperti semula. Kegagalan komponen pada *container crane* yang diatasi dengan *scheduled restoration task* yaitu arus kumparan generator tidak seimbang, Keausan *grooves* pada drum sling, *PLC card error* yang harus dikalibrasi ulang. Selain karena pemulihan kemampuan komponen relative lebih mudah untuk dilakukan, biaya yang dikeluarkan juga lebih murah dibandingkan untuk mengganti komponen baru yang akan membutuhkan biaya yang lebih besar.

3. *Scheduled Discard Task*

Kegiatan perawatan (*maintenance*) ini diambil jika komponen mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki lagi dan untuk biaya perbaikan hampir mendekati atau melebihi biaya penggantian komponen, atau tindakan perbaikan yang dilakukan membutuhkan waktu yang lama dan belum tentu dapat mengembalikan fungsi yang dimiliki komponen seperti semula sehingga diputuskan untuk melakukan penggantian (*discard*) komponen. Komponen-komponen pada beroperasi. *PLC Electrical drive motor* sebagai program untuk menjalankan panel elektrik pada *Rubber* yang diambil untuk dilakukannya *scheduled discard task* yaitu kerusakan pada *injector engine*, kerusakan pada *water pump engine*, kerusakan pada *connector AVR generator*, Kampas rem habis, *Wire rope* terputus, kerusakan pada *pulley tension rope*, kabel PLC putus, kerusakan pada *Reset control panel*, kerusakan pada *magnetic switch, proximity switch, twist lock, cylinder twist lock* pada *Spreader*, kerusakan *limit switch*, kerusakan pada *Hydraulic pump telescopic* dan bengkok pada *chain telescopic*.

Tabel 2.
RCM Decision Worksheet Rubber Tyred Gantry

RCM II DECISION WORKSHEET RUBBER TYRED GANTRY				System				Date	Sheet No	
Information Reference				Consequence evaluation				Proposed task	Intial interval	Can be done by
Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O			
				O1	O2	O3				
				N1	N2	N3				
							H4 H5 S4			

Pengolahan data Kuantitatif

Hasil perhitungan MTTF menunjukkan bahwa semakin besar nilai MTTF dari suatu komponen maka hal ini menunjukkan bahwa peralatan tersebut memiliki rentang waktu kerusakan yang lama. Sebaliknya jika nilai MTTF pada suatu komponen kecil, maka hal ini berarti komponen tersebut semakin rentan untuk mengalami kerusakan. Hasil dari perhitungan MTTF dari yang tertinggi hingga terendah yaitu wire rope 13049 jam, Spreader dan twistlock 10833 jam, drum wire rope trolley 10706 jam, gearbox 10557 jam, telescopic 10233 jam, RCP 10077 jam, limit switch 9036, motor hoist 9657 jam, generator 9292 jam, main engine 9246 jam, sensor bahaya 8943 jam, PLC 8153 jam, motor trolley 8061 jam.

Penentuan TM dilakukan dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan (CM), biaya untuk perbaikan (CR) serta nilai dari waktu antar perbaikan (MTTR). Oleh karena itu besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perawatan dan perbaikan harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menghitung nilai interval perawatan optimal (TM). Berdasarkan perhitungan interval perawatan optimal (TM), Maka dapat diketahui bahwa besarnya nilai TM lebih rendah dari nilai MTTFnya. Dengan demikian menunjukkan bahwa interval waktu perawatan (TM) bertujuan untuk menghindari dan mencegah terjadinya kegagalan (*failure*) pada komponen sebelum kegagalan tersebut terjadi. Dengan menentukan TM, maka penggantian/ perbaikan pada komponen menjadi lebih baik efektif dan efisien sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan perawatan dan juga dapat menanggulangi kecelakaan yang diakibatkan komponen gagal menjalankan fungsinya, dengan memperhatikan TM dalam penggantian komponen dilakukan sebelum komponen tersebut mengalami kegagalan sehingga mengurangi angka kecelakaan dan menambah efektifitas pekerjaan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa dan pengolahan data, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisa pada RCM II *information worksheet*/FMEA menunjukkan bahwa terdapat 17 bentuk kegagalan (*failure modes*) yang mempunyai potensi menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi (*functional failure*) pada *Rubber Tyred Gantry*. Hasil penilaian risiko dengan *risk priority number* (RPN) yang diberikan dalam RCM II *information worksheet*/ FMEA menunjukkan bahwa komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas utama atau memiliki tingkat kepentingan tinggi untuk diperhatikan (*need most attention*) adalah kegagalan fungsi (*functional failure*) pada *Twist Lock* pada *Spreader*, karena memiliki kegagalan yang sangat tinggi dan jika komponen tersebut gagal akan mengakibatkan kecelakaan sehingga perusahaan mendapatkan kerugian.
2. Kebijakan perawatan yang diberikan untuk menghadapi kegagalan fungsi (*functional failure*) pada komponen *Rubber Tyred Gantry* secara keseluruhan mengacu pada interval perawatan optimal komponen sehingga akan dilakukan penggantian, perbaikan atau pengecekan komponen sebelum komponen tersebut mengalami kegagalan, hal ini dapat dilihat pada MTTF komponen, maka dari itu nilai interval perawatan optimal lebih kecil dari pada MTTF komponen sehingga dapat mengurangi tingkat kecelakaan yang disebabkan karena komponen gagal yang berdampak pada keselamatan di lingkungan kerja.
3. Berdasarkan hasil perhitungan interval perawatan (TM) dengan mempertimbangkan biaya *maintenance* (CM) dan biaya perbaikan (CR), maka dapat diketahui bahwa nilai interval perawatan optimal (TM) yang diperoleh untuk mencegah kegagalan pada komponen *Rubber Tyred Gantry* lebih kecil dari nilai MTTFnya. Hal ini menunjukkan bahwa interval perawatan optimal (TM) akan berusaha untuk menghindari terjadinya kegagalan fungsi komponen sebelum kerusakan terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Daryus. (2008). Manajemen Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Jurusan Teknik Mesin. Universitas Darma Persada.
- Ansori, Nachnul; Mustajib, M. Imron. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Assauri, Sofjan. (2004). Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Dwipermanal, Fulian Nanda. (2017). *Perencanaan Kegiatan Perawatan dan Penentuan Persediaan Spare Part Overhead Crane dengan Menggunakan RCM II Berbasis PHP MySQL*. Tugas Akhir Teknik K3, PPNS.
- Ericson, Clifton A. (2005). *Hazard Analysis Technique for System Safety*. John Willey & Son, Inc.
- Moubray, John. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd edition* . New York : Industrial Press Inc. Madison Avenue.

(halaman ini sengaja dikosongkan)