

**PERENCANAAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA MESIN
HOIST CRANE MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY*
CENTERED MAINTENANCE (RCM) II**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RIZKY MUHAMMAD
NIM. 125060700111117**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA MESIN *HOIST CRANE* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY* *CENTERED MAINTENANCE (RCM) II*

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZKY MUHAMMAD

NIM. 125060700111117

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 25 Mei 2018

Dosen Pembimbing I

Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19741115 200604 1 002

Dosen Pembimbing II

Dwi Hadi Sulistyarini, ST., MT.

NIP. 19810322 200812 2 002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**



Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19741115 200604 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah hasil dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 25 Mei 2018

Mahasiswa



Rizky Muhammad

NIM. 125060700111117

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perencanaan *Preventive Maintenance* pada Mesin *Hoist Crane* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II*”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Orang tua terkasih, Bapak Ir. Eri dan Ibu Masithoh Nasution yang telah memberikan doa serta dukungannya tanpa henti, semangat dari saudara tersayang Bang Ryan Iskandar dan Fauzan Novaldi, serta nasihat dan dukungan dari Uak Prof. Dra. Azizah Nasution, M.Sc, Ph.D., Apt. sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya dan Ibu Ratih Ardia Sari, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing Akademik atas masukan, bimbingan, serta arahan selama masa studi penulis di Jurusan Teknik Industri.
4. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing I atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan dan saran, serta arahan yang sangat berharga bagi penulis selama masa pengerjaan skripsi.
5. Ibu Dwi Hadi Sulistyarini, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing II atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan masukan dan saran, serta arahan yang sangat berharga bagi penulis selama masa pengerjaan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
7. PT Timur Megah Steel yang telah mengizinkan penulis sebagai studi kasus untuk skripsi.

8. Teman-teman Apengers yaitu Faisal, Rhendy, Hendro Kacong, Fakhri, Septiawan, Sindu, Akbar, Teddy, Ipoel, dan Loetfi yang telah memberikan canda dan tawa serta dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman kaisar yang menemani masa-masa perkuliahan dengan jadwal futsal dan badmintonnya sehingga penulis menjadi tetap sehat dan semangat.
10. Teman-teman “Kost Lanang” yang telah memberikan pengalaman bertetangga yang baik.
11. Seluruh angkatan 2012 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Harapannya tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Asumsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Perawatan (<i>Maintenance</i>)	7
2.3 Jenis-jenis <i>Maintenance</i>	7
2.3.1 <i>Planned Maintenance</i>	8
2.3.1.1 <i>Predictive Maintenance</i>	8
2.3.1.2 <i>Preventive Maintenance</i>	9
2.3.2 <i>Unplanned Maintenance</i>	9
2.3.2.1 <i>Corrective Maintenance</i>	9
2.3.2.2 <i>Breakdown Maintenance</i>	10
2.4 <i>Functional Block Diagram (FBD)</i>	10
2.5 <i>Reliability Centered Maintenance II</i>	11
2.5.1 <i>System Function dan Function Failure</i>	15
2.5.2 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	15
2.5.3 <i>Failure Consequences</i>	17
2.5.4 <i>Proactive Task and Initial Interval</i>	18
2.5.5 <i>Default Action</i>	19

2.6	Keandalan	19
2.6.1	Fungsi Keandalan.....	19
2.6.2	Laju Kegagalan	20
2.6.3	<i>Mean Time To Failure</i>	21
2.6.4	<i>Mean Time To Repaire</i>	21
2.6.5	Penentuan Model Distribusi Keandalan.....	22
2.6.5.1	Distribusi Weibull	22
2.6.5.2	Distribusi Normal.....	23
2.6.5.3	Distribusi Lognormal	23
2.7	Model Matematis Perawatan	24
2.8	Perhitungan Biaya Perawatan.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Metode Penelitian.....	27
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.4	Tahap Penelitian	28
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian	33
4.1.1	Profil Perusahaan	33
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	33
4.1.3	Struktur Organisasi Perusahaan	34
4.1.4	Proses Produksi Mur dan Baut.....	35
4.1.5	Sistem Kerja.....	36
4.1.6	Deskripsi Objek yang Diamati.....	37
4.2	<i>Functional Block Diagram</i>	40
4.3	Pengumpulan Data	43
4.3.1	Pengumpulan Data Primer	43
4.3.2	Pengumpulan Data Sekunder	43
4.4	Pengolahan Data.....	45
4.4.1	<i>Identifikasi System Function dan Functional Failure</i>	46
4.4.2	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	46
4.4.2.1	Perhitungan Nilai <i>Severity</i>	47
4.4.2.2	Perhitungan Nilai <i>Occurrence</i>	48

4.4.2.3	Perhitungan Nilai <i>Detection</i>	49
4.4.2.4	Perhitungan Nilai RPN.....	49
4.4.3	Penentuan Distribusi, MTTF, dan MTTR.....	51
4.4.3.1	Penentuan Distribusi <i>Time to Failure</i> (TTF)	51
4.4.3.2	Perhitungan MTTF untuk Data TTF	54
4.4.3.3	Penentuan Distribusi <i>Time to Repair</i> (TTR)	55
4.4.3.4	Perhitungan MTTR untuk Data TTR.....	57
4.4.4	Perhitungan Interval Perawatan (TM) dan Total Biaya Perawatan.....	58
4.4.5	Perhitungan Keandalan Komponen Kritis	64
4.4.6	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) II <i>Decision Worksheet</i>	67
4.4.7	Penyusunan Jadwal Perawatan.....	67
4.5	Analisis Pembahasan	70
4.5.1	Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	70
4.5.2	Analisis Penentuan Distribusi Data TTF dan TTR	72
4.5.3	Analisis <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF)	73
4.5.4	Analisis <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR).....	73
4.5.5	Analisis Total Biaya Perawatan dan Keandalan	74
4.5.6	Analisis <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) II	76
4.5.7	Analisis Jadwal Perawatan.....	77
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		83

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Total <i>Downtime</i> Mesin	2
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2	<i>RCM II Decision Worksheet</i>	12
Tabel 2.3	<i>Failure Consequences</i>	13
Tabel 2.4	<i>Proactive Task and Default Action</i>	13
Tabel 2.5	<i>Functional Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	15
Tabel 2.6	<i>Rating Severity</i>	16
Tabel 2.7	<i>Rating Occurance</i>	16
Tabel 2.8	<i>Rating Detection</i>	17
Tabel 4.1	Frekuensi Kerusakan dan <i>Downtime</i> Komponen Mesin Crane	43
Tabel 4.2	Data TTF Komponen Kritis	44
Tabel 4.3	Data TTR Komponen Kritis	45
Tabel 4.4	<i>System Function</i> dan <i>Function Failure</i> Komponen Kritis	46
Tabel 4.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) Komponen Kritis	46
Tabel 4.6	Nilai <i>Severity</i> Komponen Kritis	47
Tabel 4.7	Nilai <i>Occurrence</i> Komponen Kritis	48
Tabel 4.8	Nilai <i>Detection</i> Komponen Kritis	49
Tabel 4.9	<i>RCM II Information Worksheet</i>	50
Tabel 4.10	Uji Distribusi Data TTF dan Parameter Distribusi Komponen Kritis	54
Tabel 4.11	Nilai MTTF Komponen Kritis	55
Tabel 4.12	Uji Distribusi Data TTR dan Parameter Distribusi Komponen Kritis	57
Tabel 4.13	Nilai MTTR Komponen Kritis	58
Tabel 4.14	Biaya Tenaga Kerja Periode Juni 2015 – Juni 2016	59
Tabel 4.15	Biaya Komponen Kritis	60
Tabel 4.16	Waktu Perbaikan <i>Corrective</i> dan <i>Preventive</i>	60
Tabel 4.17	Interval Perawatan Optimal (TM) Komponen Kritis	63
Tabel 4.18	Rekapitulasi Total Biaya Perawatan Komponen Kritis	64
Tabel 4.19	Rekapitulasi Perhitungan Keandalan Komponen Kritis	67
Tabel 4.20	<i>RCM II Decision Worksheet</i>	67
Tabel 4.21	Jadwal Perawatan Komponen	68
Tabel 4.22	Perbandingan Total Biaya Perawatan dan Keandalan	75

Tabel 4.23 Tindakan Perawatan Masing-masing Komponen.....	77
Tabel 4.24 Perbandingan Frekuensi Perawatan.....	78

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Data <i>downtime hoist crane</i>	2
Gambar 1.2	Mesin <i>hoist crane</i>	3
Gambar 2.1	Bentuk kebijakan perawatan	8
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	31
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. Timur Megah Steel.....	34
Gambar 4.2	Proses Pembuatan Mur dan Baut	36
Gambar 4.3	Komponen <i>hoist crane</i>	37
Gambar 4.4	Gerak <i>hoist</i> pada <i>hoist crane</i>	39
Gambar 4.5	Gerak <i>cross travel</i> pada <i>hoist crane</i>	39
Gambar 4.6	Gerak <i>long travel</i> pada <i>hoist crane</i>	40
Gambar 4.7	<i>Functional block diagram hoist crane</i>	42
Gambar 4.8	<i>Downtime</i> komponen mesin <i>crane C-2</i>	44
Gambar 4.9	<i>Input data</i> pada <i>worksheet</i> Minitab 16.....	51
Gambar 4.10	Langkah pengujian distribusi pada Minitab 16.....	51
Gambar 4.11	Kotak dialog <i>distribution ID Plot</i>	52
Gambar 4.12	<i>Output</i> pengujian distribusi data TTF komponen <i>brake lining</i>	52
Gambar 4.13	Tampilan kotak dialog <i>Distribution Overview Plot</i>	53
Gambar 4.14	<i>Output</i> parameter TTF komponen <i>brake lining</i>	53
Gambar 4.15	<i>Output</i> pengujian distribusi data TTR komponen <i>brake lining</i>	56
Gambar 4.16	<i>Output</i> parameter TTR komponen <i>brake lining</i>	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data <i>Time to Failure</i> dan <i>Time to Repair</i> Komponen Kritis	83
Lampiran 2	Penentuan Distribusi <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen Kritis	84
Lampiran 3	Penentuan Distribusi <i>Time to Repair</i> (TTR) Komponen Kritis	88
Lampiran 4	Perhitungan Total Biaya Perawatan.....	92
Lampiran 5	Usulan Jadwal Perawatan Komponen Kritis.....	97
Lampiran 6	Jadwal Perawatan Berdasarkan Interval TM	102

Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Rizky Muhammad, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Mei 2018, *Perencanaan Preventive Maintenance pada Mesin Hoist Crane Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II*, Dosen Pembimbing: Oyong Novareza dan Dwi Hadi Sulistyarini.

PT. Timur Megah Steel merupakan perusahaan yang bergerak pada pengolahan baja gulungan menjadi produk-produk pengikat. Produk utama yang dihasilkan adalah mur dan baut. Untuk memastikan produksi agar tetap berjalan, perusahaan dituntut untuk terus menjaga kondisi mesin-mesinnya baik mesin-mesin produksi maupun mesin-mesin pendukung produksi. *Hoist crane* merupakan salah satu mesin pendukung yang berperan dalam *material handling*. Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa *downtime* mesin *hoist crane* merupakan yang tertinggi diantara mesin-mesin lainnya dengan persentase 74,15%. Hal ini menyebabkan kerugian bagi perusahaan antara lain terjadi penumpukan material dan biaya perawatan semakin mahal. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengurangi *downtime* dan mengoptimalkan aktifitas perawatan terhadap mesin.

Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Metode ini digunakan karena dapat menentukan prioritas penanganan komponen, interval perawatan, biaya perawatan, serta jenis perawatan yang tepat terhadap komponen mesin. Tahapan pertama pada metode ini adalah memahami hubungan fungsi antar komponen dengan membuat *Functional Block Diagram (FBD)*. Selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah terkait kegagalan komponen dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Langkah selanjutnya adalah menentukan distribusi kegagalan untuk setiap komponen yang digunakan untuk menghitung biaya perawatan dan interval perawatan optimal. Tahapan terakhir adalah membuat usulan jadwal perawatan dengan menggabungkan beberapa interval perawatan. Jenis perawatan yang tepat didapatkan dari RCM II *Decision Worksheet* dimana setiap komponen memiliki perlakuan perawatan yang berbeda-beda.

Hasil perhitungan menunjukkan terdapat 5 komponen kritis pada mesin *hoist crane* yaitu komponen *brake lining*, kabel *push button*, *bearing*, *wheel trolley*, dan *wire rope*. Komponen *brake lining* memiliki interval perawatan optimal sebesar 200,68 jam dengan biaya perawatan sebesar Rp 27.889.308. Komponen kabel *push button* memiliki interval perawatan optimal sebesar 205,793 jam dan total biaya perawatan sebesar Rp 27.738.690. Komponen *bearing* memiliki interval perawatan optimal sebesar 414,583 jam dan total biaya perawatan sebesar Rp 8.361.060. Komponen *wheel trolley* memiliki interval perawatan optimal sebesar 474,147 jam dan total biaya perawatan sebesar Rp 12.616.138. Komponen *wire rope* memiliki interval perawatan optimal sebesar 427,646 jam dan total biaya perawatan sebesar Rp 17.012.622. Jenis perawatan untuk komponen *brake lining*, kabel *push button*, *wire rope*, dan *wheel trolley* adalah *scheduled on-condition task*. Sedangkan komponen *bearing* memiliki jenis perawatan berupa *scheduled discard task*.

Kata Kunci: RCM II, *Maintenance*, TTF, TTR, *Failure Mode and Effect Analysis*

Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Rizky Muhammad, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, May 2018, *Preventive Maintenance Planning on Hoist Crane Machine using Reliability Centered Maintenance (RCM) II Method*, Academic Supervisor: Oyong Novareza and Dwi Hadi Sulistyarini.

PT. Timur Megah Steel is a company engaged in the processing of rolled steel into fastener products. The main products produced are nuts and bolts. To keep production on going, the company is required to maintain the condition of the machines both production and supporting machines. Hoist crane is one of the supporting machines that play a role in material handling. Based on data obtained, it is known that downtime of hoist crane is the highest among other machines with value 74.15%. This leads to losses for the company such as the accumulation of material and maintenance cost become more expensive. Therefore, it is necessary to reduce downtime and optimize maintenance activities for the machine.

This research uses Reliability Centered Maintenance (RCM) II method. This method is used because it can determine priority of handling components, maintenance intervals, maintenance cost, and the proper types of maintenance for machine components. First stage is to understand the relationship of functions between components by making Functional Block Diagram (FBD). Next is to identify problems related to component failure by using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Next step is to determine the failure distribution for each component that used to calculate maintenance cost and optimal maintenance interval. The final stage is to make a proposed maintenance schedule by combining several maintenance intervals. Proper type of maintenance is obtained from RCM II decision worksheet where each components have different maintenance treatment.

The calculation results show that there are 5 critical components in hoist crane machine that is brake lining, push button cable, bearing, wheel trolley, and wire rope. Brake lining component has an optimal maintenance interval of 200,68 hours with maintenance cost of Rp 27.889.308. Push button cable has an optimal maintenance interval of 205,793 hours with maintenance cost of Rp 27.738.690. Bearing has an optimal maintenance interval of 414,583 hours with maintenance cost of Rp 8.361.060. Wheel trolley has an optimal maintenance interval of 474,147 hours with maintenance cost of Rp 12.616.138. Wire rope has an optimal maintenance interval of 427,646 hours and maintenance cost of Rp 17.012.622. Type of maintenance for brake lining, push button cable, wire rope, and wheel trolley is scheduled on-condition task. While bearing has a scheduled discard task.

Keywords: RCM II, Maintenance, TTF, TTR, Failure Mode and Effect Analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan