

TESIS

ANALISIS PREDICTIVE MAINTENANCE

MESIN OVERHEAD CRANE

PT BROMO STEEL INDONESIA



DISUSUN OLEH :

NAMA : SOFIAN HADI

NIM : 17.111.001

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI S2

PASCASARJANA

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

TAHUN 2019

LEMBAR PERSERTUJUAN

TESIS

*ANALISIS PREDICTIVE MAINTENANCE MESIN OVERHEAD
CRANE PT BROMO STEEL INDONESIA*

Disusun Oleh :

**Nama : Sofian Hadi
NIM : 17.111.001**

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Ir. Dayal Gustopo, MT
NIP. Y. 103 094 264**

Dosen Pembimbing II,



**Dr. Dimas Indra L., ST, MT
NIP. P. 103 1500 481**

Mengetahui
Sekretaris Prodi Teknik Industri S2



**Dr. Prima Vitasari, SIp, MPd
NIP. P. 103 1200 464**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI S2
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
TAHUN 2019**

LEMBAR PERSERTUJUAN

TESIS

*ANALISIS PREDICTIVE MAINTENANCE MESIN OVERHEAD
CRANE PT BROMO STEEL INDONESIA*

Disusun Oleh :

**Nama : Sofian Hadi
NIM : 17.111,001**

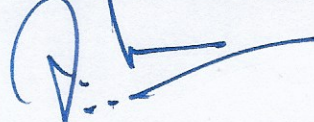
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I,



**Dr. Ir. Dayal Gustopo, MT
NIP. Y. 103 094 264**

Dosen Pembimbing II,



**Dr. Dimas Indra L., ST, MT
NIP. P. 103 1500 481**



**Mengetahui
Sekretaris Direktur Pascasarjana**

**Maranatha W., ST, MMT, PhD
NIP. P. 103 1500 523**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI S2
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
TAHUN 2019**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN TESIS
PROGRAM PASCASARJANA**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tesis Jenjang Program
Strata Dua (S2)

NAMA : SOFIAN HADI
NIM : 17.111.001
PRODI : TEKNIK INDUSTRI
JUDUL : ANALISIS *PREDICTIVE MAINTENANCE* MESIN
OVERHEAD CRANE PT BROMO STEEL INDONESIA

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tesis Jenjang Program
Strata Dua (S2)

Pada Hari : Sabtu
Tanggal : 03 Agustus 2019
Dengan Nilai : 83,8 (A)

PANITIA UJIAN TESIS

SEKRETARIS,

Dr. Prima Vitasari, SIp, MPd
NIP. P. 1031200464

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I,

Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE
NIP. Y. 1018500094

PENGUJI II,

Dr. Elhysa Nursanti, ST, MT
NIP. Y. 1030000357

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertera dalam tesis ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Malang, 19 Agustus 2019



Sofian Hadi



LEMBAR ASISTENSI



Nama : Sofian Hadi
NIM : 17.111.001
Judul Tesis : Analisis *Predictive Maintenance* Mesin *Overhead Crane*
PT. Bromo Steel Indonesia

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Dayal Gustopo Setiadjit, MT.

No.	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	02 Maret 2019	Literatur jurnal teori maintenance dengan sistem, new research, metodologi.	
2	05 Maret 2019	Konsep PDCA, strategi di bidang teknik industri, variabel penelitian	
3	09 Maret 2019	Identifikasi masalah, Terminologi	
4	12 Maret 2019	Definisi RCM, Resiko kerusakan unpredictable berakibat selain downtime, hal lain yang terjadi	
5	16 Maret 2019	Bab I Fokus Permasalahan Dibuatkan Diagram Fishbone Fokus	
6	19 Maret 2019	Bab I Data Line Balancing	
7	02 April 2019	Perbaiki Alinea ke 2 Bab I Revisi Rumusan Masalah dan Tujuan	
8	06 April 2019	Bab III - Deskripsikan Populasi yang digunakan, Deskripsikan Sampel yang dipakai, Rumus Efisiensi / metode yang digunakan Perhitungan Downtime	
9	15 Mei 2019	Bab I Definisi alat overhead crane double girder, penjelasan sebelum masuk ke tabel 1.1 Bab III – Metode SOP, merancang penjadwalan pada diagram alir 3.11	
10	18 Mei 2019	Bab III – Penulisan Metodologi lihat pada panduan penulisan tesis	
11	24 Mei 2019	Observasi Lapangan, Bab IV & V dianalisis	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
Malang

12	27 Juni 2019	Seminar hasil : pertajam pada latar belakang	
13	20 Juli 2019	Perbaiki Abstrak Jurnal	

Malang, 27 Juli 2019
Pembimbing I


Dr. Ir. Dayal Gustopo S., MT.



LEMBAR ASISTENSI




Nama : Sofian Hadi
NIM : 17.111.001
Judul Tesis : Analisis *Predictive Maintenance* Mesin *Overhead Crane*
PT. Bromo *Steel* Indonesia

Dosen Pembimbing II : Dr. Dimas Indra Laksmna, ST, MT

No	Hari	Uraian	Paraf
1	09 Maret 2019	Alasan Pemilihan Judul,data pendukung,kondisi actual di Pabrik Lengkapi dengan jurnal Pendukung	
2	16 Maret 2019	Fokus pada RCM di Bab I Kuasai konsep Keandalan (Reliabilitas)dan ketersediaan (availabilitas)	
3	23 Maret 2019	Bab II sumber (penulis , tahun) Lengkapi penulisan Jenis Maintenance penulis terdahulu	
4	30 Maret 2019	Penulisan lanjutan Tabel pada Bab I & Bab III	
5	06 April 2019	Bab III Diagram alir Penelitian penjadwalan	
6	13 April 2019	Penjelasan MTTR Biaya kerusakan komponen selama perbaikan disamakan dengan nilai rupiah	
7	20 April 2019	komponen-komponen biaya Nilai dibuat rupiah	
8	11 Mei 2019	No tabel dan No gambar Sesuaikan dengan apa yang dimiliki di Bab IV ,jadwal,SOP, Keandalan	
9	08 Juni 2019	Buat Kesimpulan ,Daftar Pustaka dibetulkan Daftar Isi ,Gambar,Tabel	

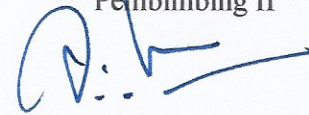


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
Malang

10	06 Juli 2019	Perbaiki Abstrak Jurnal JTMI	
11	13 Juli 2019	Kata kunci jurnal JTMI di persingkat	
12	20 Juli 2019	Daftar pustaka jurnal diurutkan sesuai abjad atau penomoran	

Malang, 27 Juli 2019

Pembimbing II



Dr. Dimas Indra L., ST, MT.

Analisis *Predictive Maintenance* Mesin *Overhead Crane* PT. Bromo *Steel* Indonesia

Sofian hadi¹⁾, Dayal Gustopo Setiadjit²⁾, Dimas Indra Laksana³⁾

1) Mahasiswa Pasca Sarjana Jurusan Teknik Industri ITN Malang

2) Dosen Pasca Sarjana Jurusan Teknik Industri ITN Malang

3) Dosen Pasca Sarjana Jurusan Teknik Industri ITN Malang

Email : Sofianhadie67@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi pada proses produksi di PT. Bromo *Steel* Indonesia yaitu kerusakan pada mesin *overhead crane*. Kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut, mengakibatkan dampak buruk bagi perusahaan, dimana terhentinya proses produksi. Tujuan dalam penelitian ini adalah merancang penjadwalan perawatan, menurunkan *downtime* mesin *overhead crane*, memperbaiki *Standart Operating Prosedure*. Berdasarkan hasil penelitian yaitu interval perawatan pada komponen mesin *overhead crane* adalah *brake system* selama 95 hari, *carbon brush* selama 27 hari, , *electric hoist* selama 46 hari, *limit device* selama 47 hari, *kopling* selama 56 hari, *spull motor* selama 31 hari, *roll drum electric* selama 44 hari, *wire rope* selama 29 hari. Perubahan sistem perawatan dari *breakdown maintenance* ke *predictive maintenance* mengakibatkan *saving cost* pada komponen mesin *overhead crane* sebesar 22,74% dengan nominal sebesar IDR. 1.051.031.511. serta hasil analisis perhitungan *overall equipment effectiveness (OEE)* pada perusahaan PT Bromo Steel Indonesia sebelum dilakukan *predictive maintenance* yaitu 90,19 % dan sesudah *predictive maintenance* sebesar 92,06 % terjadi hasil peningkatan sebesar 1,87 %.

Kata Kunci: *Availability*, Interval Perawatan, *Predictive Maintenance*, *Total Minimum Downtime*, *Risk Register*.

Predictive Maintenance Analisis Overhead Crane Machine in PT. Bromo *Steel* Indonesia

Sofian hadi¹⁾, Dayal Gustopo Setiadjit²⁾, Dimas Indra Laksana³⁾

1) Master student's Faculty of Industrial Engineering in Nasional of Tecnology Institute

2) Lecture Faculty of Industrial Engineering in Nasional of Tecnology Institute

3) Lecturer Faculty of Industrial Engineering in Nasional of Tecnology Institute

Email : Sofianhadie67@gmail.com

ABSTRACT

Problems that often occur in the production process at PT. Bromo Steel Indonesia is damage to the engine overhead crane. The damage that occurs to the engine, has a negative impact on the company, where the production process stops. The purpose of this research is to design maintenance schedules, reduce engine overhead crane downtime, improve Standard Operating Procedures. Based on the results of the research, maintenance intervals on overhead crane engine components are brake systems for 95 days, carbon brush for 27 days, electric hoist for 46 days, limit device for 47 days, clutch for 56 days, pull motor for 31 days, drum roll electric for 44 days, wire rope for 29 days. Changes to the maintenance system from breakdown maintenance to predictive maintenance resulted in savings cost of 22.74% on overhead crane machines components with a nominal value of IDR. 1,051,031,511. and the results of the analysis of the calculation to the overall effectiveness of the equipment (OEE) at PT Bromo Steel Indonesia before the predictive maintenance of 90.19% and after the predictive maintenance of 92.06% an increase of 1.87%.

Keyword: Availability, Maintenance Interval, Predictive Maintenance, Total Minimum Downtime, Risk Register

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah Kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul : Analisis *Predictive Maintenance* Mesin *Overhead Crane* PT. Bromo Steel Indonesia.

Laporan tesis ini selain merupakan salah satu syarat akademis yang harus ditempuh oleh mahasiswa program Pascasarjana, juga untuk menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Judul : Analisis *Predictive Maintenance* Mesin *Overhead Crane* PT. Bromo Steel Indonesia.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT, Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Dayal Gustopo Setiadjit, MT, Selaku Direktur Program Pasca sarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Dr. Prima Vitasari, S.Ip., M.Pd, Selaku Sekretaris Program Pascasarjana , Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Ir. Dayal Gustopo Setiadjit, MT, Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Dr. Dimas Indra Laksana, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Bapak dan Ibu bagian administrasi Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang.

Tesis ini penulis persembahkan untuk istri dan anak saya tercinta . Saran dan kritik yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan, guna kesempurnaan Tesis ini, dan dapat berguna bagi penelitian – penelitian selanjutnya.

Akhirnya penulis mohon maaf kepada semua pihak yang terkait jika ada kesalahan kata atau perbuatan selama penulis belajar di program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang. Dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan dan wawasan kepada semua pembacanya Amin.

Malang, Agustus 2019

(Sofian Hadi)

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Overhead Crane</i>	7
2.1.1 Komponen Dan Fungsi Crane	7
2.1.2 Prinsip Kerja Overhead Crane	9
2.2 <i>Reliability</i> (Keandalan)	11
2.2.1 Karakteristik <i>Reliabilitas</i> (Keandalan)	13
2.3 Konsep <i>Availability</i> (Ketersediaan)	14
2.4 Statistika dan Probabilitas Dalam Perawatan.....	14
2.5 Maintenance	17
2.5.1 Tujuan Dari <i>Maintenance</i>	17
2.5.2 Klasifikasi Dari <i>Maintenance</i>	17
2.5.3 Konsep Pemeliharaan	19

2.5.3.1 Konsep <i>Breakdown Dan Downtime</i>	19
2.5.3.2 Penentuan Komponen Kritis	20
2.5.3.3 Interval Pergantian Komponen dengan <i>Total</i> <i>Minimum Downtime</i>	20
2.6 Distribusi Kerusakan	21
2.6.1 Distribusi <i>Weibull</i>	21
2.6.2 Distribusi <i>Eksponensial</i>	22
2.6.3 Distribusi Normal	23
2.6.4 Distribusi Lognormal.....	23
2.7 Overall Equipment Effectiveness	23
2.8 Pengolahan Data	25
2.9 Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Populasi	31
3.3 Sampel	31
3.4 Objek Penelitian	32
3.5 Pemilihan Komponen Kritis Berdasarkan Metode <i>Risk Based</i> <i>Maintenance</i>	32
3.6 Interval Perawatan Berdasarkan Kriteria <i>Total Minimum Downtime</i>	32
3.7 Waktu Penggantian Optimal Komponen	33
3.8 Efisiensi Proses	34
3.9 Teknik Pengumpulan Data	35
3.10 Instrumen Penelitian	36
3.11 Teknik Analisis Data	36
3.12 Kesimpulan Dan Saran	37
3.13 Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV PEMBAHASAN	39

4.1 Pemilihan Komponen Kritis Berdasarkan <i>Risk Based Maintenance</i>	39
4.1.1 <i>Risk Assessment</i>	40
4.1.2 <i>Hasil Risk Assesment</i>	40
4.2 Pengujian Pola Distribusi Kerusakan dan Parameter	44
4.3 MTTR dan MTBF	46
4.4 Interval Perawatan Berdasarkan Kriteria <i>Total Minimum Downtime</i>	48
4.5 Waktu Penggantian Optimal Komponen Kritis	53
4.6 Analisis <i>Reliability</i> (Keandalan)	55
4.7 Analisis <i>Availability</i> (Ketersediaan)	57
4.8 Analisis Perbandingan <i>Predictive</i> dan <i>Corrective Maintenance Cost</i>	59
4.9 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	xi
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Jam Operasional Produksi PT. Bromo <i>Steel</i> Indonesia	2
Tabel 1.2 Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Overhead Crane</i>	3
Tabel 2.1 Nilai-nilai parameter distribusi <i>weibull</i>	22
Tabel 4.1 Pemilihan Komponen Kritis <i>Overhead Crane</i>	41
Tabel 4.2 Skala Probabilitas (<i>Like-lihood</i>).....	42
Tabel 4.3 Skala Dampak Resiko (<i>Consequence</i>).....	43
Tabel 4.4 <i>Risk Register</i>	42
Tabel 4.5 Rekapitulasi Uji Distribusi dan Parameter <i>Software Minitab 18</i>	45
Tabel 4.6 MTTR dan MTBF.....	48
Tabel 4.7 Lama Penggantian Komponen.....	49
Tabel 4.8 Interval Perawatan dengan konsep <i>Total Minimum Downtime</i>	53
Tabel 4.9 Penjadwalan Pemeriksaan Mesin.....	55
Tabel 4.10 <i>Reliability</i> Sebelum dan Sesudah <i>Predictive Maintenance</i>	57
Tabel 4.11 <i>Operational Availability</i> Sebelum <i>Predictive Maintenance</i>	58
Tabel 4.12 <i>Operational Availability</i> Sesudah <i>Predictive Maintenance</i>	59
Tabel 4.13 <i>Industri O&M Metric And Benchmarking</i>	61
Tabel 4.14 <i>Failure Cost</i> Pada Mesin <i>Overhead Crane</i>	62
Tabel 4.15 <i>Predictive Maintenance Cost</i> Pada Mesin <i>Overhead Crane</i>	63
Tabel 4.16 <i>Saving Cost</i> Pada Mesin <i>Overhead Crane</i>	63
Tabel 4.17 <i>Availability Ratio</i> Sebelum <i>Predictive Maintenance</i>	64
Tabel 4.18 <i>Availability Ratio</i> Sesudah <i>Predictive Maintenance</i>	65
Tabel 4.19 <i>Performance Efficiency</i> Sebelum <i>Predictive Maintenance</i>	66
Tabel 4.20 <i>Performance Efficiency</i> Setelah <i>Predictive Maintenance</i>	67
Tabel 4.21 <i>Rate Of Quality Product</i>	66
Tabel 4.22 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> PT. Bromo <i>Steel</i> Indonesia	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Fishbone Diagram (sumber : pengamatan penulis)	4
Gambar 2.1 <i>Overhead Crane Double Girder</i> (Sumber : Abhinay Suratkar dkk, 2013)	7
Gambar 2.2 Komponen Overhead Crane (Sumber : Abhinay Suratkar dkk, 2013).....	8
Gambar 2.3 Gerakan naik turun (c) (Sumber : Alfian Aziz Sahadewa, 2017)	10
Gambar 2.4 gerakan <i>Transversal</i> (b) (Sumber : Alfian Aziz Sahadewa, 2017)	10
Gambar 2.5. Gerakan <i>longitudinal</i> (a) (Sumber : Alfian Aziz Sahadewa, 2017)	11
Gambar 2.6 Histogram Waktu Relatif (Sumber : Jardine, AKS 1973)	16
Gambar 2.7 Contoh Kotak Dialog Parametric Distirbution Analysis (Sumber : http: blog.minitab.com/blog/.../ how-to-identify-the-distribution-of-your-data-using-minitab	27
Gambar 2.8 Contoh Kotak Dialog Parametric Distirbution Analysis (Sumber : http: blog.minitab.com/blog/.../ how-to-identify-the-distribution-of-your-data-using-minitab	28
Gambar 3.1 Model Konseptual	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Matriks Resiko	42
Gambar 4.2 Hasil Uji <i>Distribution Overview Plot</i>	47
Gambar 4.3 <i>Serial Production System</i> (Nursanti,2011).....	55
Gambar 4.4 Ilustrasi <i>Availability Mesin Overhead Crane</i> (Nursanti,2011) ...	57
Gambar 4.5 <i>Cost of Predictive Maintenance</i> (sumber: ivctechnologies.com)	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Distribution Overview Plot	xiv
Lampiran Data Rekapitulasi Komponen Kritis	xxii
Lampiran Rencana dan Realisasi Order Perjualan 2019	xxiv
Lampiran Plan & Actual order PT Bromo Steel Indonesia	xxv