

**Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Untuk
Meningkatkan Keandalan Pipa Boiler PLTU 2 - Banten**

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Dibuat Oleh:

Nama	: Aripin Gandi Marbun
NIM	: 41610110038
Jurusan	: Teknik Industri

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Untuk Meningkatkan

Ketandalan Pipa Boiler PLTU 2 - Batulan



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Pembimbing : Koordinator TA / Ketua Program Studi
Mengetahui,

(Ir. Muhammad Kholid, MT.)

(Ir. Muhammad Kholid, MT.)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aripin Gandi Marbun

N.I.M. : 41610110038

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Untuk Meningkatkan Keandalan Pipa Boiler PLTU 2 - Banten

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini adalah hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertip di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Penulis,

Aripin Gandi Marbun

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun dan diajukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan akademik Strata Satu (S1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri, Universitas Mercu Buana – Jakarta.

Tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga masih memerlukan perbaikan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis kritik dan saran dari semua pihak demi peningkatan mutu penelitian ini.

Tugas Akhir ini tidak terselesaikan tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu sudah sepantasnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. M. Kholil, MT, selaku dosen pembimbing dan ketua jurusan Teknik Industri – Universitas Mercu Buana.
2. Pimpinan dan Managemen PT. Indonesia Power UBOH Labuan – Banten.
3. Karyawan PT. Indonesia Power UBOH Labuan – Banten.
4. S. Marbun dan S. Sihite selaku orang tua penulis serta kakak, abang, adek dan seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan motivasi dalam penulisan ini.
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Industri Universitas Mercu Buana angkatan 17 yang senantiasa memberikan masukan, dorongan dan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh pihak yang membantu penulisan ini yang tidak dapat tersebutkan satu persatu yang turut membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi perusahaan PT. Indonesia Power khususnya dalam upaya untuk peningkatan efisiensi guna menghadapi persaingan yang semakin ketat dan menuju perusahaan kelas dunia (*word class*).

Jakarta, Februari 2012

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar	xvi
BAB IPENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Boiler	7
2.1.1. Gambaran Umum dan Spesifikasi Boiler	7
2.1.2. Sistem Pembakaran di <i>boiler</i>	9
2.1.3. Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>)	10
2.1.3.1.Konduksi.....	11
2.1.3.2.Konveksi.....	12
2.1.3.3. Radiasi.....	12
2.2. Peralatan-peralatan Boiler	
2.2.1. Feed Water Flow	13
2.2.1.1. <i>Economizer</i>	13
2.2.1.2. <i>Boiler Drum</i>	14
2.2.1.3. <i>Down Comer</i>	16
2.2.1.4. <i>WaterWall Header</i>	16
2.2.1.5. <i>Water Wall</i>	16
2.2.2. Sistem Aliran Udara	17
2.2.2.1. Udara Primer.....	18
2.2.2.2. Udara Sekunder.....	18
2.2.2.3. Sistem Aliran Gas Buang.....	19

2.2.3. Sistem Siklus Air dan Uap.....	20
2.2.3.1. <i>Super Heater</i>	21
2.2.3.2. <i>Reheater</i>	22

BAB III METODOLOGI MASALAH

3.1. Perumusan Masalah..... 24

3.2. Identifikasi Tujuan dan Manfaat..... 26

 3.2.1. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial
 pada proses operasi akan menurunkan performansi
 peralatan 26

 3.2.2. Mengidentifikasi defisiensi proses sehingga para
 engineer dapat berfokus pada pengendalian proses
 hasil kerja pipa-pipa *boiler* 26

 3.2.3. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada
 proses 26

 3.2.4. Meyediakan dokumen lengkap tentang perubahan proses
 untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan
 dimasa datang 27

3.3. Pengolahan Data 27

3.4. Langkah-langkah Analisa Data 27

3.5. Maintenance Priority Index (MPI) ^

3.6. Failure Modes And Effect Analysis (FMEA).....	34
3.5.1. Severity (S)	36
3.5.2. Occurrence (O).....	38
3.5.3. Detectability (D).....	40
3.3.4. Nilai Prioritas Resiko atau <i>Risk Priority Number</i> (RPN)...	41

BAB IV ANALISA DATA

4.1. Nilai Maintenance Priority Index (MPI) boiler.....	42
4.1.1. System Critically Rangking (SCR)	42
4.1.2. Asset Critically Rangking (ACR).....	43
4.1.3. Asset Failure Probability Factor (AFPF)	44
4.2. Data Hasil Pengamatan FMEA.....	44
4.2.1. Bursttube.....	45
4.2.2. Erosi (pengikisan)	46
4.2.3. Fatiq	46
4.2.4. Bocor di las-lasan	47
4.3. Nilai Severity, Occurrence dan Detection	48
4.3.1. Saverity (kefatalan)	48
4.3.2. Occurrence (kejadian).....	48

4.2.2.1. <i>Economizer tube</i>	48
4.2.2.2. <i>Water wall tube</i>	49
4.2.2.3. <i>Super heater tube</i>	50
4.2.2.4. <i>Reheater tube</i>	51
4.2.3. <i>Detectability</i>	51
4.3. Tabel Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	52

BAB V ANALISA HASIL

5.1. Nilai <i>Maintenance Priority Index (MPI)</i>.....	63
5.2. <i>Risk Priority Number (RPN)</i>.....	63
5.3. Pembuatan <i>Pareto Chart</i>	64
5.3. <i>Failure Defense Task (FDT)</i> pada Diagram <i>Fishbone</i>	65
5.3.1. Faktor Material	66
5.3.2. Faktor Measurement	67
5.3.3. Faktor Manusia (<i>Man</i>)	68
5.3.4. Faktor <i>Method</i>	68
5.3.5. Faktor <i>Machine/peralatan</i>	70
5.3.5. Faktor <i>Environment</i>	71

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan..... 72

6.2. Saran..... 73

Daftar Pustaka 74

Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Halaman	
Gambar 2.1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	8
Gambar 2.2. Boiler Drum	15
Gambar 2.3. Sketsa sirkulasi water wall	17
Gambar 2.4. Flow chart uap super heater	22
Gambar 2.5. Flow chart uap reheater	23
Gambar 3.1. Flow chart metodologi penelitian	25
Gambar 4.1. Pipa bocor super heater Burst tube	46
Gambar 4.2. Erosi pipa super heater	46
Gambar 4.3. Fatiq pada pipa boiler super heater	47
Gambar 4.4. Las-lasan yang kurang bagus pada pipa super heater	47
Gambar 5.1. Pareto Chart RPN boiler bocor	64
Gambar 5.2. Diagram Fishbone kebocoran pipa boiler	54
Grafik kesesuaian antara Oksigen dengan persentase beban	69

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Spesifikasi boiler PLTU 2 Banten	9
Tabel 3.1. Operation Cost (OC)	29
Tabel 3.2. Production Troughput/Availability (PT)	30
Tabel 3.3. Kriteria equipment yang dibutuhkan pada start up	30
Tabel 3.4. Product Quality (PQ)	30
Tabel 3.5. Safety Factor (SF)	31
Tabel 3.6. Regulatory Compliance (RC)	31
Tabel 3.7. Plant Efficiency (PE)	32
Tabel 3.8. Recovery Time (RT)	32
Tabel 3.9. Asset Rangking – Operational Critically Ranking (OCR) (Penentuan Nilai Skor)	32
Tabel 3.10. Asset Failure Probability Factor Rangking (AFPF)	33
Tabel 3.11. Rating Severity pada FMEA	37
Tabel 3.12. Rating Kejadian (Occurrence) pada FMEA	38
Tabel 3.13. Rating Deteksi (detection) pada FMEA	40

Tabel 4.1. Nilai System Critically Rangking (SCR)	42
Tabel 4.2. Data kerusakan pipa boiler unit 1	45
Tabel 4.3. Tabel Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	52
Tabel 5.1. Nilai Saverity, Occurrence, Detection dan (RPN)	63
Tabel 5.2. Spesifikasi kualitas air pada boiler	67



ABSTRAK

Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Untuk Meningkatkan Keandalan Pipa Boiler PLTU 2 – Banten

Penelitian yang berjudul Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Untuk Meningkatkan Keandalan Pipa Boiler PLTU 2 – Banten dilakukan dengan metode deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui modus terjadinya kegagalan atau kerusakan pada pipa-pipa *boiler*, dan memberikan *Failure Defense Task*(FDT) agar dapat menanggulangi atau mengatasi kerusakan pipa-pipa *boiler*.

Selama ini untuk *boiler* ini belum ada *reability management* dalam meningkatkan keandalan peralatan. Untuk itu penulis ingin mengkaji *failure mode* yang muncul, menentukan dampaknya terhadap produksi, kemudian menjalankan tindakan koreksi. Dari hasil analisa, penulis menemukan nilai *Maintenance Priority Index* (MPI) *boiler* sangat tinggi yaitu 637,12. Sehingga diperlukan perhatian yang lebih agar dapat mengurangi kerusakan/kebocoran pipa *boiler*. Setelah mendapatkan nilai MPI, penulis mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN) pipa *boiler* dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* yang merupakan kalkulasi dari nilai *Saverity*(S), *Occurrence*(O) dan *Detection* (D).

Adapun RPN tertinggi pada boiler adalah *super heater tube* dengan nilai 240. Sedangkan untuk *reheatertube*, *economizer tube*, *water wall tube* mempunyai nilai RPN masing-masing 80. Dilihat dari nilai RPN ini maka penulis merekomendasikan agar boiler ini segera membuat *action plan* baik untuk sisi operasi, pemeliharaan dan kualitas material yang digunakan.

Kata kunci: FMEA, FDT, Nilai MPI, nilai RPN, action plan

MERCU BUANA

ABSTRACT

The Implementation of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Improve Reliability Pipeline Boiler of PLTU 2 – Banten

The research that entitled "The Implementation of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Improve Reliability Pipeline Boiler of PLTU 2 - Banten is done with descriptive method. This research aims to determine the mode of occurrence of failure or damage to the boiler pipes, and give Failure Defense Task (FDT) in order to overcome the damage to the boiler pipes.

So far, these boilers have no reliability management in improving equipment reliability. For that reason, the writer wanted to assess the failure modes that arise and determine their impact on production, then perform corrective action. From the analysis, the writer found the Maintenance Priority Index (MPI) boiler is as high as 637.12. So it requires more attention in order to reduce the damage / boiler tube leakage. After getting the value of MPI, the authors find the value of Risk Priority Number (RPN) boiler tube by using Failure Mode and Effect Analysis which is a calculation of the value Severity (S), Occurrence (O) and Detection (D).

The RPN is the highest in the boiler super heater tube with a value of 240. As for the reheater tubes, economizer tubes, water wall tube has a RPN value of each 80. Viewed from this RPN value, the writer wants to recommend to immediately create an action plan for the operation, maintenance and quality of materials used.

Keys word: FMEA, FDT, MPI, RPN, action plan

MERCU BUANA