

**ANALISIS KEANDALAN MESIN *HIGH FREQUENCY WELDING*
DI PLANT KT 24 PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES**

TUGAS AKHIR



AMALIA RIDHAWATI

1112003021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2015**

**ANALISIS KEANDALAN MESIN *HIGH FREQUENCY*
WELDING DI PLANT KT 24 PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S.T



AMALIA RIDHAWATI

1112003021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

2015

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Amalia Ridhawati

NIM : 1112003021

Tanda Tangan :

Tanggal : 12 Juni 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Amalia Ridhawati
NIM : 1112003021
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisis Keandalan Mesin *High Frequency Welding* di *Plant* KT 24 PT Bakrie Pipe Industries

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembahas dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Esa Haruman, M.Sc.,Eng., Ph.D ()

Penguji 1 : Tri Susanto, S.E., M.T. ()

Penguji 2 : Ir. Rizal Silalahi, M.B.A ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 12 Juni 2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Keandalan Mesin *High Frequency Welding* di Plant KT 24 PT Bakrie Pipe Industries”**. Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari bantuan dan motivasi serta partisipasi dari semua pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Esa Haruman, M.Sc. Eng., Ph.D, selaku dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer serta dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, arahan, serta banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng, selaku kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Bakrie.
3. Bapak Ir. Rizal Silalahi, M.B.A, yang telah memberikan banyak masukan untuk tugas akhir saya.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Bakrie yang selalu memberikan semangat dan masukan, serta menjadi tempat diskusi.
5. Bapak Fariza Akbar, Bapak Mustakim, Bapak Selamat, dan Bapak Saimun yang telah bersedia membantu mempermudah penyusunan Tugas Akhir penulis.
6. Hj. Saprana selaku ibunda tercinta dan H. Ahmad Suryani selaku Papa tercinta yang selalu mau membantu untuk melancarkan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Hafiz dan Dinda selaku adik-adik tercinta yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
8. Aisya, Andam, Anggi, Ardini, Arif, Aristantia, Bayu, Bisri, Doni, Gugi, Ibam, Ilfi, Mailang, Mega, Mela, Rischa, Rita, Tyara, Vino, Widya, dan Wulan atas dukungan yang diberikan.

9. Aal, Annisa Eka, Balgis, Hutomo, Juliana, Jorgi, Mawaddatul, Wildan, dan Yafi yang sangat membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.

10. Teman-teman Teknik Industri Universitas Bakrie.

Penulis menyadari penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bukan saja bagi penulis tetapi juga bermanfaat bagi pihak perusahaan dan memperluas pengetahuan dan wawasan pembaca, khususnya rekan-rekan mahasiswa.

Jakarta, 26 Mei 2015

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amalia Ridhawati
NIM : 1112003021
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Kuantitatif Kualitatif

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS KEANDALAN MESIN *HIGH FREQUENCY* *WELDING* DI PLANT KT 24 PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 12 Juni 2015

Yang menyatakan

(Amalia Ridhawati)

ANALISIS KEANDALAN MESIN *HIGH FREQUENCY WELDING* DI PLANT KT 24 PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES

Amalia Ridhawati

ABSTRAK

Tugas akhir ini meneliti waktu *breakdown* pada Mesin *High Frequency Welding* (HFW) dalam kurun waktu satu tahun. Berdasarkan penelitian ini, didapat bahwa mesin las memiliki waktu *breakdown* paling lama dibandingkan dengan mesin-mesin lain, yaitu 80.66 jam. Berdasarkan evaluasi dan target produksi, maka penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan Mesin HFW dengan menggunakan metode analisis keandalan, *Fault Tree Analysis* (FTA), serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pengolahan data keandalan mesin tersebut menghasilkan nilai keandalan mesin *High Frequency Welding* untuk waktu satu tahun sebesar 0.54 dengan 1 sebagai batas maksimal yang berarti mesin mencapai nilai keandalan paling tinggi. Berdasarkan analisis FTA dan FMEA, diketahui bahwa modus kegagalan utama melalui perhitungan *Risk Priority number* (RPN) dengan 1000 sebagai batas maksimal yang berarti modus kegagalan mengalami tingkat kritis paling tinggi. Modus kegagalan tersebut yaitu: modus kegagalan HFW *trip* dengan nilai RPN sebesar 144, modus kegagalan HFW *alarm* PMGI modul dengan nilai RPN sebesar 144, modus kegagalan *alarm* PMGI mesin dengan nilai RPN sebesar 96, dan modus kegagalan *recorder problem* dengan nilai RPN sebesar 90. Dengan menggunakan pendekatan empiris, solusi untuk meningkatkan keandalan mesin di atas disimpulkan melalui perbaikan *Standard Operating Procedure* yang merupakan bagian kegiatan pemeliharaan berkala.

Kata Kunci : Reliabilitas, FTA, FMEA, RPN.

**ANALYSIS OF RELIABILITY OF HIGH FREQUENCY
WELDING MACHINE IN PLANT KT 24 PT BAKRIE PIPE
INDUSTRIES**

Amalia Ridhawati

ABSTRACT

This thesis investigates the possibility of preventing breakdown time frequently occurred in High Frequency Welding (HFW) Machine in a production line that produce welded seam pipe of PT Bakrie Pipe Industries. It was revealed that the welding machine has the longest breakdown time compared to the other machines and recordedly 80.66 hours in the year production. Based on the evaluation to production target, the study aims to improve the reliability of the investigated HFW machine using reliability analysis, Fault Tree Analysis (FTA), and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The analysis and result provide reliability value of High Frequency Welding machine around 0.54 relative to 1 as a maximum arbitrary value that means the highest reliability value. Based on FTA and FMEA analysis, the main failure modes are determined by calculating the Risk Priority Number (RPN) where 1000 as a maximum RPN number that means the highest risk failure mode, with the following result: failure mode HFW trip has RPN number ~ 144, failure mode HFW PMGI alarm module has RPN number ~ 144, the failure mode HFW alarm machine PMGI has RPN number ~ 96, and the failure mode recorder problem has RPN number ~ 90. Moreover, based on empirical approach, the solutions to improve the reliability of the above HFW machine are achieved through the improvement Standard Operating Procedures, which is part of the periodic maintenance.

Keywords : Reliability, FTA, FMEA, RPN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Manajemen Pemeliharaan	6
2.1.1 Tujuan Pemeliharaan	6
2.2 Fungsi Pemeliharaan dalam Keandalan	7
2.3 Pengertian Keandalan	8
2.3.1 <i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF)	9
2.3.2 <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR)	9
2.4 Konsep Probabilitas	10
2.4.1 Distribusi <i>Weibull</i>	11

2.4.2 Distribusi Eksponensial.....	12
2.4.3 Distribusi Normal	13
2.4.4 Distribusi <i>Lognormal</i>	14
2.5 <i>Fault Tree Analysis</i>	15
2.5.1 Sejarah FTA	16
2.5.2 Langkah FTA	16
2.5.3 Batas Kondisi dalam Melakukan FTA.....	16
2.5.4 Pembuatan FTA.....	17
2.5.5 Penilaian Kualitatif FTA	18
2.5.6 Kelebihan dan Kekurangan FTA	18
2.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	19
2.6.1 Metode FMEA.....	19
2.6.2 Menemukan Masalah dengan FMEA	22
2.6.3 Evolusi Metode FMEA	22
2.6.4 Langkah FMEA	23
2.6.5 Hubungan FMEA dan FTA.....	30
2.7 Diagram Pareto.....	31
BAB 3	33
METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Objek Penelitian	33
3.2 Metode Penelitian.....	33
3.3 Diagram Alir	33
BAB 4	39
PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	39
4.1 Proses Produksi <i>Plant</i> KT 24	39
4.1.1 Proses <i>Welding</i> (Pengelasan).....	39
4.2 Data Operasi Mesin <i>High Frequency Welding</i>	41
4.3 Pengolahan Data.....	42
4.3.1 Uji Distribusi	42
4.3.2 Perhitungan Nilai Keandalan <i>High Frequency Welding</i>	47
4.3.3 <i>Fault Tree Analysis (FTA) High Frequency Welding</i>	49

4.3.4 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	52
4.4 Analisis Masalah	60
4.4.1 Analisis Nilai Keandalan dan Ketersediaan	60
4.4.2 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	61
4.4.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	64
4.4.4 Usulan Aktivitas untuk Memperbaiki Nilai Keandalan	66
BAB 5	69
KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
DAFTAR LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol dalam FTA.....	17
Tabel 2. 2 Contoh Penilaian Kualitatif FTA.....	18
Tabel 2. 3 Contoh Keparahan.....	24
Tabel 2. 4 Contoh Kejadian.....	24
Tabel 2.5 Contoh Deteksi.....	25
Tabel 4. 1 Data Waktu perbaikan Mesin HFW Tahun 2014.....	42
Tabel 4. 2 Kesesuaian Ketepatan Data MTBF Mesin HFW	43
Tabel 4. 3 Nilai MTBF untuk Setiap Jenis Distribusi.....	43
Tabel 4. 4 Kesesuaian Ketepatan Data MTTR Mesin HFW	45
Tabel 4. 5 Nilai MTTR untuk Setiap Jenis Distribusi.....	45
Tabel 4. 6 Data Perhitungan TTF untuk σ	47
Tabel 4. 7 Keandalan Mesin HFW.....	49
Tabel 4. 8 Tabel Potensi Mode Kegagalan.....	52
Tabel 4. 9 Nilai <i>Severity</i> Potensi Efek Kegagalan.....	53
Tabel 4. 1 Nilai <i>Occurrence</i> Penyebab Kegagalan.....	54
Tabel 4. 2 Nilai <i>Detection</i> Proses Kontrol.....	56
Tabel 4. 3 FMEA Mesin <i>High Frequency Welding</i> (Mekanis).....	58
Tabel 4. 4 FMEA Mesin <i>High Frequency Welding</i> (Elektrik).....	59
Tabel 4. 5 Kesesuaian Distribusi Data Terbaik Mesin HFW	60
Tabel 4. 6 Urutan Nilai RPN	65
Tabel 4. 7 Usulan Aktivitas Perbaikan Mesin HFW.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Tabel <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	20
Gambar 2. 2 Hubungan FTA dan FMEA.....	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Hubungan FTA dan FMEA.....	38
Gambar 4. 1 Proses Produksi <i>Plant</i> KT 24.....	39
Gambar 4. 2 Mesin <i>High Frequency Welding</i>	41
Gambar 4. 3 Hasil <i>Distribution ID Plot</i> MTBF.....	44
Gambar 4. 4 Hasil <i>Distribution ID Plot</i> MTTR.....	46
Gambar 4. 5 Diagram Pareto Waktu <i>Breakdown</i> KT-24.....	51
Gambar 4. 6 <i>Fault Tree Analysis</i> Mesin <i>High Frequency Welding</i>	52
Gambar 4. 7 Grafik Kecenderungan Keandalan Mesin HFW.....	61
Gambar 4. 8 Proses Pengelasan	63
Gambar 4. 9 Diagram Pareto Nilai RPN.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Data <i>TTF</i> dan <i>TTR</i> dari Bulan Januari – Desember Tahun 2014..	74
Lampiran 2: Data <i>Available Time</i> , <i>Non Operational Time</i> , dan <i>Downtime</i> dari Bulan Januari – Desember 2014	75
Lampiran 3: Data <i>Breakdown</i> dari Bulan Januari – Desember 2014.....	81
Lampiran 4: Hasil Wawancara 1.....	82
Lampiran 5: Hasil Wawancara 2.....	83
Lampiran 6: Data <i>Breakdown</i> Mesin <i>High Frequency Welding</i> pada KT 24....	84
Lampiran 7: Diagram Alir SOP untuk <i>Preventive Maintenance</i>	89
Lampiran 8 : Daftar Istilah-Istilah.....	94