

# PENENTUAN KEANDALAN DENGAN MENGGUNAKAN RELIABILITY BLOCK DIAGRAM (RBD) YANG BERKONFIGURASI REDUNDANT PADA MESIN BOILER DI PT. X

Faula Arina, Putro Ferro Ferdinant dan Abdul Hamid

Jurusan Teknik Industri, Untirta

Jl. Jendral sudirman km 3, Cilegon 42435

Email: [faulaarina@yahoo.com](mailto:faulaarina@yahoo.com) , [oompheo@yahoo.com](mailto:oompheo@yahoo.com), [hamid@yahoo.com](mailto:hamid@yahoo.com)

## ABSTRAK

.PT X adalah perusahaan pemasok listrik di lingkungan Kawasan Industrial Estate Cilegon (KIEC) dan Perumahan PT. Krakatau Steel (PT. KS). Sistem proses produksi pada PT. X ini berbentuk continuous process, apabila salah satu komponen pada mesin mengalami kerusakan/kegagalan akan menyebabkan terhentinya mesin sehingga fungsi sistem terganggu. Mesin yang menjadi objek penelitian adalah mesin boiler karena merupakan salah satu mesin utama dalam mensuplai listrik yaitu yang berfungsi menggeser/memutarakan turbin. Terdapat lima mesin boiler di PT. X tetapi hanya ada empat mesin boiler saja yang berfungsi sedangkan yang satu mesin sebagai cadangan. Reliability Block Diagram (RBD) yang berkonfigurasi Redundant adalah suatu metode yang mengukur keandalan suatu sistem yang kompleks dan berkonfigurasi redundant (memiliki komponen cadangan yang berfungsi sama dengan elemen sistem paralel) dengan menggunakan diagram blok. Metode ini diaplikasikan pada kasus mesin Boiler di PT. X Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan reliability dari tiap komponen mesin boiler, nilai reliability sistem mesin boiler berdasarkan RBD, dan reliability mesin boiler dengan konfigurasi redundant. Data yang diolah adalah data waktu antar kerusakan (TBF) tiap komponen mekanik mesin boiler periode Januari sampai Desember 2010 untuk menentukan MTBF, kemudian diuji distribusi yang sesuai untuk menentukan fungsi keandalan tiap komponen. Hasil penelitian ini adalah nilai reliability terkecil komponen untuk lima mesin boiler masing - masing sebesar 0,8001, 0,7115, 0,7103, 0,7993, dan 0,8024. Sedangkan nilai reliability sistem untuk lima mesin boiler masing - masing sebesar 0,8001, 0,8003, 0,7103, 0,8795, dan 0,8432. Dan nilai reliability mesin boiler dengan konfigurasi redundant adalah 0,7509.

Kata kunci: MTBF, RBD, redundant, reliability, TBF

## ABSTRACT

PT X is a company supplying electricity in the Region Industrial Estate Cilegon (KIEC) and Housing PT. Krakatau Steel (PT KS). System production process at PT. X-shaped continuous process, if one component of the engine damage / failure will cause the cessation of the machine so that the function of the compromised system. The machine that the object of the research is the engine boiler because it is one of the main engine in the power supply are functioning sliding / rotating turbines. There are five engine boiler at PT. X but only four are functioning boiler machine while the engine as a backup. Reliability Block Diagram (RBD) is configured redundancy is a method of measuring the reliability of a complex system and configured redundant (having backup components that function together with the elements of the parallel system) using a block diagram. This method was applied in the case of engine boilers at PT. X The aim of this study was to determine the reliability of each component of the machine boiler, boiler engine system reliability values based RBD, boiler and machinery reliability with redundant configuration. The processed data is the data time between failures (TBF) each boiler machine mechanical components the period January to December 2010 to determine the MTBF, and then tested to determine the appropriate distribution function of the reliability of each component. The results of this study are the smallest component reliability values for each of the five boiler machine - each amounting to 0.8001, 0.7115, 0.7103, 0.7993, and 0.8024. While the value of system reliability for the five boiler machines each - amounting to 0.8001, 0.8003, 0.7103, 0.8795, and 0.8432. And the value of reliability boiler machine with redundant configuration is 0.7509.

Key Words: MTBF, RBD, redundant, reliability, TBF

## 1. PENDAHULUAN

Kualitas suatu produk sangat ditentukan dari mesin pembuatnya. Suatu produk akan berkualitas baik apabila mesin produksinya. Untuk menentukan keandalan suatu mesin, dibutuhkan teori keandalan. Teori keandalan sangat berpengaruh dalam hal perindustrian, terutama saat membuat produk tertentu dalam skala besar. Teori keandalan menentukan kualitas dari suatu barang yang dapat menentukan kepuasan konsumen (Kumar, 2006). Keandalan suatu mesin sangat dipengaruhi oleh cara perawatan mesin itu sendiri. Kondisi mesin dan peralatan yang terawat merupakan komponen penting dalam manajemen pemeliharaan mesin/peralatan di lantai pabrik. Setiap mesin terdiri dari berbagai jenis komponen penyusunnya, masing-masing komponen memiliki kemungkinan mengalami kerusakan dan pergeseran nilai reliabilitasnya, karena seiring bertambahnya waktu nilai reliabilitas dari sebuah mesin akan semakin berkurang.

PT. X adalah pensuplay listrik di lingkungan Kawasan Industrial Estate Cilegon (KIEC) dan Perumahan PT. Krakatau Steel. Perusahaan ini mempunyai lima unit pembangkit listrik yang masing-masing berkapasitas 80 MW dengan total kapasitas produksi maksimum 400 MW. Proses produksi pada PT. X adalah *continous process*, apabila salah satu komponen mesin mengalami kerusakan/kegagalan akan menyebabkan terhentinya keseluruhan fungsi sistem sehingga dapat menurunkan nilai *reliability* sistem tersebut. Selama ini PT X mengukur keandalan mesin berdasarkan nilai realibilitas komponen mesin. Terdapat lima mesin boiler di PT. X tetapi hanya ada empat mesin boiler saja yang bekerja sedangkan yang satu mesin sebagai cadangan. Penelitian ini akan menentukan keandalan sistem dari mesin boiler; berdasarkan penelitian Arina dkk (2011) yang menentukan RPN dengan pendekatan *grey FMEA* pada peralatan utama di PT. X yaitu Boiler, Turbin, dan *Mean Cooling Water Pump* (MCWP), sebagai mesin kritis pada peralatan Utama di PT X adalah Boiler.

*Reliability Block Diagram* (RBD) adalah sebuah metode untuk melakukan analisis keandalan sistem dan ketersediaan pada sistem besar dan kompleks dengan menggunakan diagram blok sistem (Ebeling, 1997). RBD yang berkonfigurasi *Redundant* adalah kemampuan suatu sistem untuk tetap berfungsi dengan normal walaupun terdapat elemen yang tidak berfungsi. Hal ini biasanya dicapai dengan memiliki komponen cadangan (*backup*) yang berfungsi sama dengan elemen sistem (Kuo & Zuo, 2003). *Redundant* sama artinya dengan *k out of n system* dimana sebuah sistem *n* komponen yang bekerja baik jika dan hanya jika setidaknya *k* dari *n* komponen bekerja dengan baik. *Redundant* dipakai pada kondisi peralatan/mesin yang kontinu dan diharuskan mempunyai mesin cadangan (*backup*). Agar suatu proses produksi tetap berjalan dan tidak menurunkan nilai *reliability* dari suatu sistem dengan adanya mesin cadangan (*backup*). Tujuan penelitian ini adalah menentukan nilai *reliability* komponen, nilai *reliability block diagram*, dan nilai *reliability redundant*. *Reliability* komponen digunakan pada saat akan menentukan atau mencari mesin kritis, *reliability block diagram* digunakan pada saat menghitung keandalan suatu mesin dengan sistem tunggal tanpa ada yang *stanby* (*all active*), bisanya hanya terdapat satu mesin dan tidak ada mesin cadangan, sedangkan *Reliability Redundant* digunakan pada saat menghitung keandalan mesin dengan sistem aktif *standby* dalam arti mesin yang ada pada suatu lantai produksi mempunyai mesin cadangan yang berfungsi sama dan siap digunakan ketika salah satu mesin mengalami kerusakan.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui nilai *reliability system* dari mesin Boiler yang menjadi peralatan utama pada PT. X dan menjaga keseimbangan sistem mesin Boiler tersebut agar proses suatu produksi akan tetap berjalan dengan lancar tanpa mengalami *breakdowns* yang terlalu lama.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Sumber Data

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung di lapangan. Pengumpulan data primer diantaranya adalah wawancara dengan operator dan pengamatan langsung pada proses produksi.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen perusahaan. Data diperoleh dari divisi perawatan pabrik khususnya bagian mekanik. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data umum perusahaan, data komponen mesin Boiler, dan data waktu antar kerusakan (TBF) komponen mesin Boiler pada bulan Januari – Desember 2010.

### 2.2 Cara Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan beberapa tahap yaitu :

1. Menentukan nilai *reliabilty* tiap komponen mesin Boiler.  
Langkah-langkah perhitungan untuk mengetahui nilai *reliabilty* tiap komponen mesin Boiler adalah sebagai berikut :
  - a. Perhitungan *Index of Fit* tiap distribusi  
Langkah awal pada setiap perhitungan distribusi adalah menghitung nilai tengah kerusakan (*median rank*) dimana datanya adalah waktu antar kerusakan (TBF) komponen yang sudah diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar. Kemudian menghitung *Index of Fit* dari masing-masing distribusi, gunakan nilai *Index of Fit* terbesar untuk menentukan distribusi yang dipilih.
  - b. Uji Distribusi

Setelah mengetahui jenis distribusi yang dipilih kemudian melakukan perhitungan pengujian hipotesa. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang ada termasuk kedalam suatu distribusi yang telah terpililih. Pengujian hipotesa dapat dilakukan dengan menggunakan uji *bartlett*, uji *mann's test* atau uji *kolmogorov smirnov*. Data yang diolah untuk menentukan pengujian hipotesa adalah data waktu antar kerusakan. Hasil pengujian hipotesa dapat diterima atau ditolak dengan membandingkan nilai pada tabel distribusi dengan nilai hasil perhitungan yang dilakukan. Penentuan parameter distribusi dapat dilakukan bila hipotesa yang diuji diterima. Namun apabila hipotesa yang diuji ditolak maka dilakukan pengujian ulang pada distribusi lain yang memiliki nilai *Index of Fit* terbesar kedua dan seterusnya.

c. Menghitung Parameter Distribusi

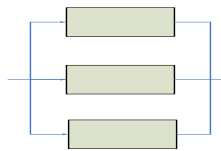
Setelah pola distribusi data selang waktu antar kerusakan diketahui, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan parameter distribusi untuk mendapatkan nilai MTBF sesuai dengan distribusi yang terpilih.

d. Menghitung fungsi keandalan  $(R(t))$  tiap komponen Mesin Boiler

Setelah diketahui nilai dari parameter yang sesuai dengan distribusi yang digunakan, maka dihitung fungsi keandalan. Menentukan fungsi keandalan ini menggunakan persamaan yang sesuai dengan distribusi yang digunakan..

2. Menentukan nilai *reliability* sistem mesin Boiler berdasarkan *Reliability Block Diagram* (RBD) dengan persamaan (1) untuk sistem dengan koneksi paralel (Campbell, 2001)

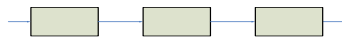
$$R_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)] \quad (1)$$



Gambar 1 *Reliability Block Diagram* untuk komponen paralel

dan persamaan (2) untuk sistem dengan koneksi seri (Ebeling, 1997)

$$R_s(t) = R_1(t) \times R_2(t) \times \dots \times R_n(t) \quad (2)$$



Gambar 2 *Reliability Block Diagram* untuk komponen seri

Untuk menyusun *Block Diagram* terdapat beberapa langkah, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Jalannya sistem pada *Block Diagram* dimulai dari sebelah kiri dan berakhir disebelah kanan, oleh karena itu susun *Blok Diagram* dimulai dari sebelah kiri.
- Pastikan semua komponen tersusun secara benar, artinya jika komponen mempengaruhi fungsi komponen yang lain di dalam sistem maka susun komponen tersebut secara seri. Namun jika terdapat rangkaian komponen dimana paling sedikit satu komponen mempengaruhi fungsi komponen yang lain maka susun komponen tersebut secara paralel

3. Menentukan keandalan mesin boiler dengan konfigurasi *Redundant*

*Redundant* sistem dengan mesin IID (*Identic independent distribution*), jumlah mesin bekerja mengikuti distribusi binomial dengan parameter  $n$  dan  $p$ . Keandalan sistem adalah sama dengan probabilitas bahwa jumlah kerja mesin lebih besar dari atau sama dengan  $k$  (Kuo & Zuo, 2003) :

$$R(k, n) = \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} p^i q^{n-i} \quad (3)$$

keterangan :

$n$  : Jumlah mesin dalam sistem.

$i$  : Jumlah minimum mesin yang harus berfungsi untuk  $k$  out of  $n$  sistem.

$p$  : Keandalan mesin ketika semua mesin iid.

$q$  : Bukan keandalan mesin ketika semua mesin iid,  $q=1-p$ .

Persamaan (3) adalah sebuah rumus eksplisit yang dapat digunakan untuk evaluasi keandalan  $k$  out of  $n$  sistem. Dari persamaan untuk keandalan sistem yang diberikan diatas. Dalam penelitian ini *Redundant* dengan jumlah mesin bekerja mengikuti distribusi binomial dengan parameter  $n = 5$ ,  $k = 4$  dan  $p$  adalah nilai rata-rata RBD dari 5 Bolier.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Menentukan nilai *reliability* tiap komponen mesin Boiler

Komponen-komponen Boiler adalah komponen-komponen mekanik dan tidak terdapat komponen elektrik. Komponen-komponen mekanik Boiler tersebut dimulai dari *Fane Control FD Fan*, *Gwindebuckse Gas*, *Valve*, yang tersusun paralel, kemudian dilanjutkan dengan komponen *Motor Air Heater*, kemudian pada rangkaian paralel kedua terdiri dari *Feed Water Control Valve*, *Pompa F;ash Tank*, dan *Kopling Pompa Motor*, lalu dilanjutkan dengan komponen *Stopbuckse* yg tersusun sendiri kemudian pada rangkaian paralel ketiga *Lanze Burner*, *Flens Bandul*, dan *Entwasserun*, , dilanjutkan *Ventil Uap* dan *Wasser Stand* sebagai rangkaian paralel terakhir dan yang terakhir komponen *Dackel Flans*. Menggunakan data *Downtime* pada Lampiran dan di hitung diperoleh Tabel 1 dan Tabel 2.

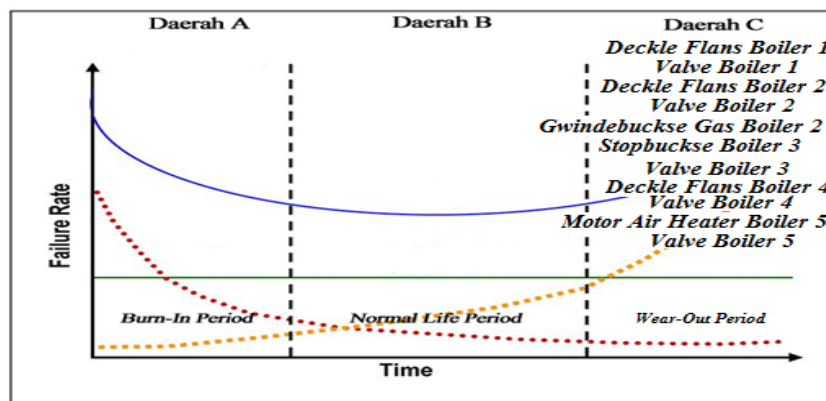
Tabel 1 Rekapitulasi Hasil *Index of Fit* dan distribusi Tiap Komponen Mesin Boiler 1 - 5

Komponen	Normal	Lognormal	Ekspensial	Weibull	dipilih
Valve Boiler 1	0,9736	0,9734	0,9567	0,9727	Weibull
Deckle Flans Boiler 1	0,9081	0,9054	0,8187	0,9374	Weibull
Gwindebuckse Gas Boiler 2	0,9872	0,9601	0,9429	0,9800	Weibull
Valve Boiler 2	0,9219	0,9291	0,9763	0,8954	Weibull
Deckle Flans Boiler 2	0,9949	0,9854	0,9608	0,9961	Weibull
Valve Boiler 3	0,9823	0,9946	0,9881	0,9791	Weibull
Stopbuckse Boiler 3	0,9079	0,9275	0,9682	0,8935	Weibull
Valve Boiler 4	0,9132	0,8995	0,8257	0,9325	Weibull
Deckle Flans Boiler 4	0,9543	0,9412	0,8498	0,9742	Weibull
Valve Boiler 5	0,9494	0,9270	0,8780	0,9548	Weibull
Motor Air Heater Boiler 5	0,9502	0,9445	0,8663	0,9701	Weibull

Tabel 2 Rekapitulasi Parameter Tiap Komponen Mesin Boiler 1 - 5

Komponen	Parameter $\beta$	Parameter $\theta$
Valve Boiler 1	6,9300	117.303,2919
Deckle Flans Boiler 1	10,3925	128.970,3730
Gwindebuckse Gas Boiler 2	1,6157	168.920,4421
Valve Boiler 2	5,2524	172.524,2140
Deckle Flans Boiler 2	3,5694	128.746,2690
Valve Boiler 3	4,1499	78.606,6675
Stopbuckse Boiler 3	1,7928	135.099,9227
Valve Boiler 4	1,9211	165.689,9113
Deckle Flans Boiler 4	4,2646	92.770,8080
Valve Boiler 5	1,8589	153.038,1422
Motor Air Heater Boiler 5	3,9403	117.085,2690

Setelah semua parameter  $\beta$  dari setiap komponen telah diketahui, maka setiap komponen dapat diketahui letak daerahnya pada kurva *Bath Up* pada Gambar 3.



Gambar 3 Kurva *Bath Up* Komponen Mesin Boiler 1 - 5.

Nilai *reliability* tiap komponen mesin Boiler dapat dilihat pada Tabel 3, dimana nilai  $t$  (waktu) yang digunakan adalah setelah *first failure* dari tiap komponen itu sendiri.

Tabel 3 Rekapitulasi Nilai *Reliability* Komponen Boiler 1 – 5

No	Komponen	Time (Menit)	Reliability
1	Valve Boiler 1	91.743	0,8335
2	Deckle Flans Boiler 1	111.632	0,8001
3	Gwindebuckse Gas Boiler 2	65.925	0,8036
4	Valve Boiler 2	140.522	0,7115
5	Deckle Flans Boiler 2	84.540	0,8003
6	Valve Boiler 3	50.166	0,8563
7	Stopbuckse Boiler 3	74.258	0,7103
8	Valve Boiler 4	76.045	0,7993
9	Deckle Flans Boiler 4	57.329	0,8795
10	Valve Boiler 5	67.800	0,8024
11	Motor Air Heater Boiler 5	74.740	0,8432

2. Menentukan nilai *reliability* sistem mesin Boiler berdasarkan *Reliability Block Diagram* (RBD)  
Perhitungan nilai *Reliability* sistem adalah untuk mengetahui besarnya keandalan Boiler secara keseluruhan dengan RBD, berdasarkan Gambar 4 diperoleh contoh perhitungan RBD Boiler 1 sebagai berikut

1. Rangkaian Paralel 1 (A) Berdasarkan Persamaan (1)

$$R_A(t) = 1 - [(1-1) (1-1) (1-0,8335)]$$

$$R_A(t) = 1$$

2. Rangkaian Paralel 2 (B)

$$R_B(t) = 1 - [(1-1) (1-1) (1-1)]$$

$$R_B(t) = 1$$

3. Rangkaian Paralel 3 (C)

$$R_C(t) = 1 - [(1-1) (1-1) (1-1)]$$

$$R_C(t) = 1$$

4. Rangkaian Paralel 4 (D)

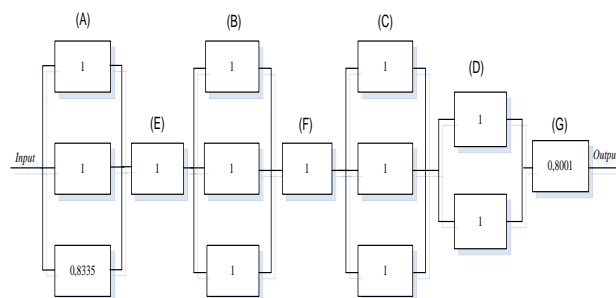
$$R_D(t) = 1 - [(1-1) (1-1)]$$

$$R_D(t) = 1$$

5. Rangkaian Seri atau Rangkain Sistem Berdasarkan Persamaan (2)

$$R_s(t) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8001$$

$$R_s(t) = 0,8001$$

Gambar 4 *Reliability Block Diagram* Komponen Boiler 1

Berdasarkan perhitungan diatas didapat *reliability* sistem Boiler 1 sebesar 0,8001 atau 80,01 % . Dan dengan cara yang sama untuk menentukan RBD Boiler yang lain, diperoleh Tabel 4

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai *Reliability* Kelima Mesin Boiler

No	Mesin	<i>Reliability</i> Sistem
1	Boiler 1	0,8001
2	Boiler 2	0,8003
3	Boiler 3	0,7103
4	Boiler 4	0,8795
5	Boiler 5	0,8432
Jumlah		4,0334
Rata-rata		0,8067

### 3. Menentukan keandalan mesin boiler dengan konfigurasi *Redundant*

PT. X mempunyai lima mesin Boiler. Kelima mesin Boiler tersebut merupakan mesin yang identik, dimana minimal empat mesin boiler harus berfungsi. *K out of n G system*, dimana *k* merupakan jumlah mesin Boiler yang berfungsi, *n* jumlah keseluruhan mesin Boiler, dan *G* menunjukkan sistem paralel. Sehingga pada mesin boiler ini menggunakan *4 out of 5 G system* untuk mengetahui besarnya keandalan sistem lima mesin boiler dengan minimal empat mesin yang berfungsi. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan metode *k out of n G system*. Dari perhitungan *Reliability Block Diagram* (RBD) diatas didapat nilai rata-rata *Reliability* sistem dari kelima mesin Boiler yang akan dipakai untuk perhitungan *k out of n G system* dengan nilai 0,8067.

Jika Terdapat 5 mesin boiler dan syarat berfungsi minimal 4 mesin boiler maka sistem ini dinyatakan dengan notasi (*4-out-of-5 G*). Diketahui :  $n = 5$ ,  $k = 4$ ,  $p = 0,8067$ ,  $q = 1 - 0,8067 = 0,1933$

Untuk menghitung nilai *reliability 4 out of 5 G system* dengan persamaan (3) didapat perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 R(4,5) &= \binom{5}{4} \cdot p^4 \cdot q^1 + \binom{5}{5} \cdot p^5 \cdot q^0 \\
 &= \left[ \binom{5}{4} \cdot (0,8067)^4 \cdot (0,1933)^1 \right] + \left[ \binom{5}{5} \cdot (0,8067)^5 \cdot (0,1933)^0 \right] \\
 &= 0,7509
 \end{aligned}$$

Sehingga nilai *Reliability* dari *4 out of 5 G system* mesin boiler dengan sistem *4 out of 5 G* adalah sebesar 0,7509 atau 75,09%.

## 4. KESIMPULAN

1. Nilai *reliability* terkecil komponen untuk lima mesin boiler masing - masing sebesar 0,8001, 0,7115, 0,7103, 0,7993, dan 0,8024
2. Nilai *reliability* sistem untuk lima mesin boiler masing – masing sebesar 0,8001, 0,8003, 0,7103, 0,8795, dan 0,8432.
3. *Reliability* mesin Boiler dengan konfigurasi *redundant* adalah 0,7509.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arina F, Ferdinant FP, dan Andriyasaki, R. 2011. Implementasi *Grey FMEA* Dan RCM Pada Gangguan Peralatan Utama PLTU di PT X. *Prosiding Teknoin 2011*, UII Yogyakarta , hal. D40-45
- Campbell, J dan Jardine, A. 2001. *Maintenance Excellence, Optimizing Equipment Life Cycle Decisions*. Marcel Dekker. Inc. New York
- Ebeling, C. 1997. *An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering*. University of Dayton. Dayton
- Kuo, W., dan Zuo, Ming. J. 2003. *Optimal Reliability Modeling*. Wiley. J., and Sons. Inc. New Jersey
- Kumar, Crocker. J, dan Chitra. T. 2006. *Reliability And Six Sigma*. Springer. New York

## LAMPIRAN Data Downtime

Boiler 1			
No	Tanggal	Komponen	Downtime
1	05/02/2010	Valve	08:31-12:21
2	09/05/2010		13:04-17:54
3	14/07/2010		10:57-13:32
4	29/09/2010		14:22-18:06
5	24/11/2010		09:26-13:00
6	05/03/2010	Deckle Flans	12:43-16:32
7	04/06/2010		11:00-22:15
8	02/09/2010		08:41-11:38
9	19/11/2010		00:10-10:15

Boiler 4			
No	Tanggal	Komponen	Downtime
1	23/02/2010	Valve	08:00-10:25
2	17/04/2010		05:50-11:29
3	10/08/2010		11:40:15:04
4	11/12/2010		09:00-12:27
5	27/02/2010	Deckle Flans	08:00-14:50
6	30/04/2010		13:18-17:28
7	20/06/2010		19:24-21:55
8	30/07/2010		17:11-20:07
9	08/10/2010		09:40-13:23
10	17/12/2010		10:12-18:18

Boiler 2			
No	Tanggal	Komponen	Downtime
1	27/01/2010	Gwindebuckse Gas	09:56-19:30
2	14/03/2010		14:15-16:58
3	29/06/2010		09:41-13:12
4	17/11/2010		13:09-15:39
5	26/01/2010	Valve	11:35-17:08
6	04/05/2010		07:10-12:15
7	14/08/2010		20:19-23:50
8	25/12/2010		12:10-16:19
9	22/03/2010	Deckle Flans	09:10-12:17
10	30/06/2010		09:00-11:08
11	21/09/2010		08:47-20:15
12	19/11/2010		13:15-16:39

Boiler 5		
Tanggal	Komponen	Downtime
04/03/2010	Valve	10:05-13:30
15/06/2010		12:09-15:35
11/10/2010		18:24-22:50
28/11/2010		00:50-09:27
02/03/2010	Motor Air Heater	07:58-12:10
09/05/2010		13:02-16:25
30/06/2010		14:05-18:14
26/09/2010		17:39-20:31
22/12/2010		11:28-15:36

Boiler 3			
No	Tanggal	Komponen	Downtime
1	18/02/2010	Valve	10:37-12:04
2	29/04/2010		16:00-19:36
3	20/06/2010		17:29-21:33
4	30/07/2012		11:09-15:03
5	03/09/2010		09:10-12:08
6	19/10/2010		13:11-18:27
7	14/12/2010		06:35-11:20
8	23/03/2010	Stopbuckse	10:25-11:49
9	21/05/2010		12:09-15:27
10	24/09/2010		14:03-19:32
11	15/11/2010		09:10-13:20