

IDENTIFIKASI KEGAGALAN KOMPONEN PADA UNIT BOILER DENGAN MENGUNAKAN METODE FMECA (STUDI KASUS : PERUSAHAAN PUPUK)

Arini Nur Fitriyani¹⁾, Arief Subekti²⁾, Haidar Natsir Amrullah³⁾

E-mail : Arininur97@gmail.com

Abstract

Coal Utility is one of steam production process which is very important for continuity of system in Fertilizer Company. One of the units in the coal utility is the boiler. Boiler is a tool that serves to generate steam as a turbine driver. Water used for steam-producing base materials in boilers should be pure water. Failure in this tool can result in the production process in the company stalled cause the absence of electricity supply so the company will suffer significant losses. Therefore, failure identification is required by using FMECA method (Failure Mode and Effect Criticality Analysis). The result of analysis on FMEA (Failure Mode and effect Analysis) shows that there are 18 failure modes that have potential cause of failure of function in boiler. The result of risk assessment with severity which shows the component with the highest criticality ranking value that is in water preheater with value 4,7419355.

Keywords: FMECA (Failure Mode and Effect Analysis), FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis), Boilers

Abstrak

Utilitas Batu Bara merupakan salah satu proses produksi *steam* yang sangat penting bagi kelangsungan sistem di Perusahaan Pupuk. Salah satu unit yang ada di Utilitas Batu Bara adalah boiler. Boiler merupakan alat yang berfungsi untuk menghasilkan uap sebagai penggerak turbin. Air yang digunakan untuk bahan dasar penghasil uap di boiler harus air murni. Kegagalan pada alat ini dapat mengakibatkan proses produksi di perusahaan terhenti karena tidak adanya suplai listrik sehingga perusahaan akan mengalami kerugian yang cukup besar. Maka dari itu diperlukan identifikasi kegagalan dengan menggunakan metode FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis). Hasil analisa pada FMEA (Failure Mode and effect Analysis) menunjukkan terdapat 18 bentuk kegagalan (*failure modes*) yang mempunyai potensi penyebab terjadinya kegagalan fungsi pada boiler. Hasil penilaian risiko dengan *severity* yang menunjukkan komponen dengan nilai *criticality ranking* tertinggi yaitu pada *air preheater* dengan nilai 4,7419355.

Kata Kunci : FMECA (Failure Mode and Effect Analysis), FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis), Boiler

PENDAHULUAN

Utilitas Batu Bara merupakan salah satu proses yang sangat penting bagi kelangsungan sistem di Perusahaan Pupuk. Utilitas Batu Bara dibangun agar tidak bergantung pada PLN karena energi listrik yang dibutuhkan cukup besar dan juga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memasok energi listrik dari PLN. Salah satu unit yang ada di Utilitas Batu Bara adalah boiler. Boiler merupakan alat yang berfungsi untuk menghasilkan uap sebagai penggerak turbin, dimana *steam* akan dikirimkan untuk proses produksi di pabrik II dan pabrik III. Boiler yang terdapat di Perusahaan Pupuk adalah berasal dari China yang merupakan jenis *water tube* dengan memiliki kapasitas *steam* sebesar 150ton/jam, tekanan *steam* sebesar 9,8 Mpa dan *temperature* 530-540°C.

Pada saat ini yang sering terjadi kegagalan pada komponen komponen boiler yang dapat menyebabkan proses produksi steam berhenti sehingga tidak bisa menyuplai listrik untuk proses produksi pada pabrik II dan

pabrik III dan pada saat proses produksi terhenti perusahaan akan mengalami kerugian yang cukup besar. Berdasarkan data historis kerusakan dari tahun 2015-2017 boiler seringkali harus downtime sebelum waktunya, dikarenakan ada komponen boiler yang mengalami kerusakan. Kerusakan yang sering terjadi pada boiler yaitu pada komponen *air preheater*. Dimana fungsi dari air preheater itu sendiri sebagai pemanas udara yang mana digunakan untuk memanaskan udara pembakaran dan pembawa serbuk batu bara ke dalam ruang pembakaran yang sekaligus mengeringkan batu bara agar tidak lembap dan basah. Media pemanas yang digunakan adalah gas buang (*flue gas*) hasil pembakaran di boiler sebelum dibuang ke stack melalui *Induced Draft Fan*. Gas buang hasil pembakaran di boiler masih memiliki panas yang cukup tinggi (sekitar 500 °C) sehingga panasnya dapat dimanfaatkan sebagai pemanas udara.

Berdasarkan permasalahan tersebut akan dilakukan identifikasi kegagalan komponen pada boiler sehingga diketahui komponen apa saja yang sering mengalami kegagalan dan memiliki *criticality ranking* yang tinggi. Salah satu metode yang sesuai dalam permasalahan diatas yaitu dengan menggunakan metode FMECA (*Failure Mode and Effect Criticality Analysis*). Metode ini merupakan suatu cara atau teknik evaluasi keandalan untuk menentukan efek dari sistem dan kegagalan komponen, dimana suatu bagian yang mungkin gagal. Tahap awal dalam identifikasi kegagalan fungsi pada setiap komponen dengan menggunakan metode FMEA. Setelah identifikasi dengan menggunakan FMEA akan dilakukan analisis dengan metode CA (*Criticality Analysis*). Dimana pada analisis pada CA dengan menggunakan analisis kuantitatif, metode ini memiliki keluaran berupa data bentuk kegagalan dan nilai kekritisan masing masing pada komponen yang akan diidentifikasi. Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Bagaimana cara mengidentifikasi dan penilaian risiko yang ada di Boiler dengan menggunakan metode FMECA.

METODE PENELITIAN

Tahap pengerjaan pada metode FMECA adalah menggunakan parameter parameter sebagai berikut :

Tahap FMEA:

a. Item Identification Number

Pada kolom item diisi nomor urut untuk sistem yang akan dianalisa

b. Equipment

Pada kolom identifikasi diisi dengan data peralatan yang akan diidentifikasi

c. Function

Pada kolom function berfungsi untuk menunjukkan fungsi dari alat.

d. Failure Mode

Mode kegagalan atau kecacatan yang menyebabkan alat tersebut tidak berfungsi sebagaimana mestinya

e. Failure Mechanism

Bagian Efek kegagalan yang menyebabkan item tidak dapat berfungsi dengan baik

f. Detection of Failure

Berbagai kemungkinan pendeteksian dari mode kegagalan tersebut

g. Effect

Merupakan akibat dari kegagalan yang terjadi.

Sumber : MIL-STD-1629A

Tahap CA adalah langkah lanjutan dari tahap FMEA, pada tahap ini terdapat beberapa parameter sebagai berikut :

a. Failure Effect Probability (β)

Nilai beta (β) menggambarkan kemungkinan efek kegagalan dari hasil identifikasi mode kegagalan yang terjadi

b. Failure Mode Ratio (α)

Alpha (α) adalah probabilitas yang digambarkan dalam bentuk desimal yang merupakan bagian yang akan digunakan dalam identifikasi mode

c. Failure Rate (λ_p)

Rasio antara nilai waktu *failures* per unit dan tipe kerusakannya yang dinotasikan dalam *failure* per satu juta jam

d. Mode Failure Rate (λ_m)

Total laju kegagalan berdasarkan pada probabilitas kejadian mode kegagalan

e. Failure Mode Criticality Number (Cm)

ukuran relatif dari frekuensi mode kegagalan

f. Criticality Number (Cr)

pengukuran relatif konsekuensi dan frekuensi dari kegagalan item. Angka ini ditentukan oleh total seluruh *failure mode criticality* dari satu item dengan *severity level* yang sama

g. Severity (S)

Kelas yang merepresentasikan tingkat kegagalan

Sumber : MIL-STD-1629A

HASIL DAN PEMBAHASAN

FMECA ini terdiri dari dua analisis yaitu analisa FMEA dan analisis kekritisan/*criticality analysis* (CA). *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) berusaha untuk mampu menganalisis sebab terjadinya kegagalan pada komponen atau sistem yang diamati disertai efek yang ditimbulkan apabila kegagalan tersebut terjadi. Sedangkan pada *critically analysis* dalam analisa FMECA ini dapat digunakan untuk menentukan rangking dari setiap potensi kegagalan untuk setiap komponen yang ada di sistem yang didasarkan pada *failure rate* dan *severity ranking*. Data kegagalan didapatkan dari hasil data *downtime* dari tahun 2015-2017. Dari 3 tahun dari data kegagalan didapatkan beberapa komponen yang mengalami kegagalan hingga beberapa kali. Kegagalan yang paling sering dialami yaitu pada komponen *airpreheater*. Berikut kegagalan komponen boiler selama 3tahun.

Tabel 1
 Kegagalan komponen pada Boiler

No	Item	Jumlah Kegagalan	Failure Mode	Jumlah Kegagalan tiap Mode
1	Belt	6	Terbakar	6
2	Gearbox	5	Rusak	5
3	Pulley	4	Macet	4
4	Coal bin	2	Gate valve aus	2
5	Relief Valve	1	Error	1
6	Damper	2	Rusak	2
7	Bearing	7	Bearing aus	2
8	FDF	2	Korosi	2
9	Seal rotor	3	Bocor	3
10	Superheater	6	Bocor	6
11	Level Sigh Glass	7	Bocor , rusak	7
12	Burner	1	Rusak	1
13	Steam Drum	2	Korosi	1
14	Safety Valve	7	Bocor	7
15	BFWP	3	Rusak	3
16	Economizer	7	Bocor, rusak	3
			Aus	4
17	Solar Gun	1	Tersumbat	1
18	Pressure Gauge	3	Rusak	2
			Error	1
19	Air Preheater	7	Korosi	3
			Buntu	4
Total				75

Sumber : Penulis, Tahun 2018

Tabel 2
 contoh Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)

Item Number	Equipment	Functional	Detection of failure			Effect of Failure	S
			Failure Mode	Failure Mechanism	Detection of Failure		
20 K 08.01	Air Preheater	Pemanas awal udara sebelum menuju ke ruang bakar	Tube mengalami korosi	Air boiler bersifat asam pada permukaan dalam pipa sehingga terbentuk kerak	Udara untuk pembakaran menjadi berkurang sebagian akan tersedot oleh IDF pada vakum boiler menjadi berkurang	Dapat mengganggu proses produksi, dan penggunaan steam lebih boros	6
			Air Preheater buntu	Kurangnya maintenance	Api keluar dari fumace	Dapat merusak tube yang lain	6

Sumber : Penulis, Tahun 2018

Tabel 3
 contoh FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis)

Item Number	Item /Function ID	Potensial Failure Mode	Failure Mechanism	S	Failure Rate (λ)	Effect Probability (β)	Failure Ratio (α)	Operating Time	Failure Mode Criticality Number (Cm)	Item Criticality Number ($\sum Cm$)	Rankings
20 K 08.01	Air preheater/ Pemanas udara awal	Tube mengalami korosi	Kurang perawatannya	6	0,00028376	1	0,04838709	2466	0,338709	0,790323	
				6	0,00028376	1	0,06451612	2466	0,451612		
			Maintenance		8		9	8	903		

Sumber : Pengolahan Data, 2018

Criticality Analysis merupakan suatu cara pengukuran terhadap efek dari suatu mode kegagalan yang sangat berarti bisa terjadi pada peralatan atau sistem, pada sisi keselamatan dan keberhasilan operasi. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan *ranking* kekritisitas dari setiap potensi kegagalan untuk setiap komponen yang ada di sistem yang didasarkan pada *Criticality Number* dan *Severity Ranking*.

Berikut merupakan salah satu contoh penentuan *Criticality Number* pada komponen yang mengalami kegagalan

1. Air Preheater

- a. Nilai *Severity* pada *Air Preheater* berada pada ranking 6 yaitu *moderate to high*, hal ini dikarenakan alat yang mengalami kegagalan menyebabkan beberapa fungsi alat yang tidak bisa digunakan. Nilai *Severity* ditentukan oleh *expert judgement*.
- b. Nilai *Failure Rate* pada *Air Preheater* sebesar 0,000283768 kali / jam yang didapatkan dari jumlah kegagalan komponen per unit waktu, dimana waktu merupakan waktu operasi selama 3 tahun yaitu sebesar 24.668 jam.
- c. Nilai *Failure Effect Probability* adalah 1 yaitu *actual loss*, hal tersebut dikarenakan, efek yang ditimbulkan dari kegagalan menimbulkan kerugian
- d. Nilai *Failure Mode Ratio* pada Air Preheater untuk mode kegagalan kebocoran pada seal rotor, sedangkan bearing aus adalah. Dengan perhitungan sebagai berikut:
 1. Nilai *Failure Mode Ratio* kebocoran pada seal rotor :
 Jumlah kegagalan tiap mode kegagalan Jumlah kegagalan total = 0,048387097
 2. Nilai *Failure Mode Ratio* bearing aus :
 Jumlah kegagalan tiap mode kegagalan jumlah kegagalan total = 0,064516129
- e. Nilai *Operating Time* pada Boiler selama 3 tahun adalah 24.668 jam.
- f. Nilai *Failure Mode Criticality* pada Air Preheater untuk mode kegagalan kebocoran pada seal rotor, sedangkan bearing aus adalah. Dengan perhitungan sebagai berikut:
 1. Nilai *Failure Mode Criticality* untuk kebocoran pada seal rotor :

$$\begin{aligned} C_m &= \beta \times \alpha \times \lambda \times t \\ &= 1 \times 0,0483871 \times 0,00028377 \times 24668 \\ &= 0,33870968 \end{aligned}$$
 2. Nilai *Failure Mode Criticality* untuk bearing aus:

$$\begin{aligned} C_m &= \beta \times \alpha \times \lambda \times t \\ &= 1 \times 0,0645161 \times 0,00028377 \times 24668 \\ &= 0,4516129 \end{aligned}$$
- g. Nilai Kekritisian / Criticality Number (Cr)

$$\begin{aligned} Cr &= \sum C_m \\ &= 0,33870968 + 0,4516129 \\ &= 0,790323 \end{aligned}$$
- h. *Criticality Ranking*
 Nilai *Criticality Ranking* didapatkan dari perkalian antara nilai *severity* dengan nilai *Criticality Number*. Dimana nilai *severity* dari kegagalan Air Preheater adalah 6, dikalikan dengan nilai *Criticality Number* sebesar 0,790323. Nilai *Criticality Ranking* dari Air Preheater adalah 4,741935.

KESIMPULAN

Hasil analisa *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat 19 komponen dari 57 komponen atau peralatan yang ada pada sistem Boiler yang sering mengalami kerusakan selama 3 tahun berturut turut. Analisa *Failure Modes and Effects Ceriticality Analysis (CA)* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dari 19 komponen atau peralatan yang ada pada sistem Boiler, terdapat 75 bentuk mode kegagalan yang memiliki potensi untuk menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi pada setiap komponen dan sistem Boiler. Dimana nilai *Criticality ranking* terendah adalah kegagalan pada *burner*, dengan nilai *ranking* 0,064516129 dan nilai *Criticality ranking* tertinggi adalah kegagalan pada *air preheater* dengan nilai 4,741935. Komponen tersebut harus diprioritaskan dalam melakukan kegiatan perawatan karena memiliki risiko yang sangat tinggi jika peraltan atau komponen tersebut gagal maka dapat menyebabkan kerugian yang begitu besar bagi perusahaan. Hal ini bertujuan agar kegagalan fungsi dari setiap failure mode dapat dicegah sebelum kerusakan atau memperparah kerusakan yang terjadi. Perawatan secara rutin ini juga bertujuan untuk menghindari perusahaan mengalami kerugian yang cukup besar karena berhentinya suatu proses produksi saat terjadi kegagalan pada boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Ismail, d. (2014). JURNAL TEKNIK POMITS. *Analisis Keandalan pada Heat Recovery Steam Generator (HRSG) di PT. PJB UP Gresik menggunakan metode Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA)*, 1-6.
- MIL-STD-1629A. (1980). *Procedures For Performing a Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*. Washington, DC: Department Of Defense.
- Purwanto, K., & Sudarminto. (2012). *Boiler Mekanik Power Plant (KEBB) Dep HAR III*. Gresik: PT. Petrokimia Gresik.
- TM 5-698-4, 2. (2006). *Failure Modes, Effect and Cricality Analysis (FMECA) for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities*. Washington DC: DEPARTMENT OF THE ARMY.
- Zeinda, E. M., & Hidayat, S. (2016). The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health. *Risk Assesment Kecelakaan Kerja pada Pengoperasian Boiler di PT Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang* , 183-191.