

ANALISIS RISIKO PADA BOILER PABRIK PENGOLAHAN TEMBAKAU DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN *BOW TIE ANALYSIS*

Khoirul Abror¹⁾, Arief Subekti²⁾, dan Aulia Nadia Rachmat³⁾

¹Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{2,3}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: khoirul.abror.ppns@gmail.com

Abstract

In tobacco processing, conditioning and casing is the most important process. That process will determine the quality of tobacco. Conditioning and casing process is done in the jet conditioning cylinder engine. Then, will be assisted by the boiler to supply the steam. If boiler failure, it will make all the production process will be stopped and bring a lot of losses. The purpose of this research to determine the level of risk that would make an accident on the boiler, determine preventive controls and mitigating measures on the boiler, and determine the appropriate recommendations for the existing barrier conditions in the boiler at a tobacco processing factory, using bowtie analysis. The method used to determine the level of accident risk on the boiler with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Meanwhile, Bow Tie Analysis is used to determine preventive controls and mitigating measures on a boiler in the tobacco processing factory. The result of the analysis shows that there are 2 components with the high-risk category which is made as the top event in the bowtie analysis, that is broken attemperator and broken feed water pump. On the broken attemperator, there are 2 threat and 3 consequences which require some additional barrier. Broken feed water pump has 2 threat and 1 consequences which require some additional barrier.

Keywords: Barrier, Boiler, Bowtie Diagram, FMEA

Abstrak

Dalam proses pengolahan tembakau, proses *conditioning* dan *casing* merupakan proses yang paling penting. Proses tersebut akan menentukan kualitas tembakau kedepannya. Proses *conditioning* dan *casing* di lakukan didalam mesin *jet conditioning cylinder* yang kemudian dibantu oleh boiler untuk menyuplai uap. Apabila boiler mengalami kegagalan, maka semua proses produksi akan terhenti dan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat risiko terjadinya kecelakaan pada boiler, menentukan *preventive controls* dan *mitigating measures* pada boiler, serta menentukan rekomendasi yang sesuai untuk kondisi *barrier* yang ada pada boiler. Metode yang digunakan untuk menentukan tingkat risiko terjadinya kecelakaan pada boiler adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sedangkan *Bow Tie Analysis* digunakan untuk menentukan *preventive controls* dan *mitigating measures* pada boiler. Hasil analisis menunjukkan terdapat 2 komponen dengan kategori *high risk* yaitu *broken attemperator* dan *broken feed water pump*. Pada *broken attemperator* terdapat 2 *threat* dan 3 *consequences* yang membutuhkan beberapa penambahan *barrier*. *Broken feed water pump* memiliki 2 *threat* dan 1 *consequences* yang membutuhkan beberapa penambahan *barrier*.

Kata Kunci: Barrier, Boiler, Bowtie Diagram, FMEA

PENDAHULUAN

Dalam proses pengolahan tembakau, proses *conditioning* dan *casing* merupakan proses yang paling penting. Proses tersebut akan menentukan kualitas tembakau kedepannya. Proses *conditioning* dan *casing* di lakukan didalam mesin *jet conditioning cylinder* yang kemudian dibantu oleh boiler untuk menyuplai uap. Apabila boiler mengalami kegagalan, maka semua proses produksi akan terhenti dan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis pada boiler untuk menghindari hal tersebut.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai penilaian risiko pada komponen boiler menggunakan metode *FMEA (Failure Mode Analysis)* untuk menentukan *risk ranking*. Pada komponen yang memiliki tingkat *high risk* akan diidentifikasi dengan menggunakan metode *Bow tie*. Hasilnya akan diketahui *preventive control* dan *mitigating measure* yang sesuai.

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

FMEA merupakan suatu teknik analisis bahaya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas, atau system dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkan. Tipe analisis ini menghasilkan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan peralatan dan meningkatkan keselamatan produksi (*Center for Chemical Process Safety, 2008*). FMEA membuat bentuk-bentuk kegagalan (*Failure Mode*), penyebab bagaimana suatu komponen dapat mengalami kegagalan operasi/kerusakan. Data untuk menunjang pengerjaan FMEA diperoleh berdasarkan *machine history* atau wawancara yang didapat dari bagian *engineering*. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap komponen boiler yang bertujuan untuk mengetahui *risk ranking*. Nilai RPN didapatkan melalui hasil perkalian antara *severity (S)* dan *likelihood (L)*. Pada tabel 1 merupakan worksheet FMEA yang digunakan pada penelitian ini, sementara tabel 2 dan 3 merupakan acuan yang digunakan untuk penentuan nilai *saverity* dan *likelihood*.

Tabel 1
Worksheet FMEA

<i>Item</i>	<i>Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Causal Factor</i>	<i>Effect Failure</i>	S	L	R	Keterangan
-------------	-----------------	---------------------	----------------------	-----------------------	---	---	---	------------

Sumber: Bhangu, Tahun 2011

Tabel 2
Tingkat Dampak / Keparahan (*severity (S)*)

<i>Consequence Level</i>	<i>Description</i>
<i>Fatal</i>	- Kerusakan atau kehilangan aset (kerugian > 100jt) / berdampak sangat besar - Kecelakaan / sakit yang mengakibatkan lebih dari 2 kematian
<i>Serious</i>	- Kerusakan atau kehilangan aset (kerugian 50-100 jt) / berdampak besar - Kecelakaan/sakit yang menyebabkan sampai kematian
<i>Moderate</i>	- Kerusakan atau kehilangan aset (kerugian 25-50 jt) / berdampak sedang - Kecelakaan/sakit yang menyebabkan cacat tetap
<i>Minor</i>	- Kerusakan atau kehilangan aset (kerugian 10-25 jt) / berdampak kecil - LTI yang dalam waktu lama, Memerlukan perawatan medis, kecelakaan sedang
<i>Low</i>	- Kerusakan atau kehilangan aset (kerugian < 10 jt) / relatif tidak berdampak - <i>Effect</i> (kecelakaan ringan), First aid (P3K)

Sumber: Data perusahaan, Tahun 2018

Tabel 3
Tingkat Kemungkinan Kejadian (*likelihood(L)*)

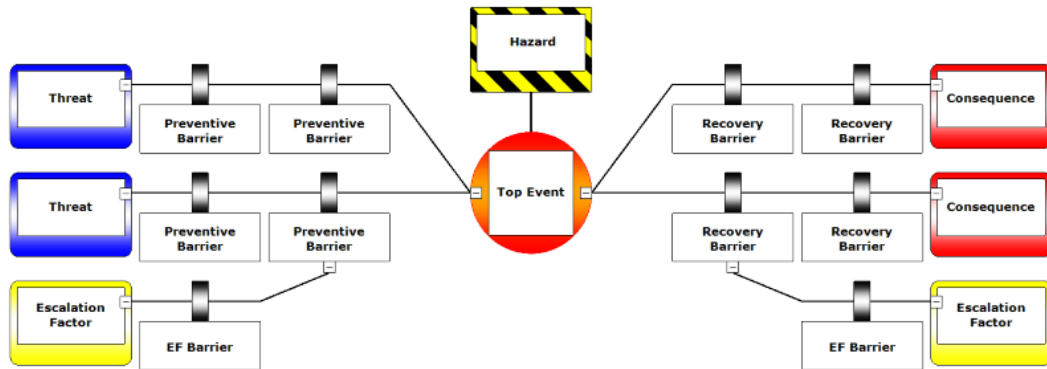
<i>Likelihood Level</i>	<i>Description</i>
<i>Almost Impossible (AI)</i>	Tidak pernah terjadi di perusahaan
<i>Very Low (VL)</i>	Pernah terjadi di perusahaan 1x dalam setahun
<i>Low (L)</i>	Pernah terjadi di perusahaan 2x dalam setahun
<i>Medium (M)</i>	Pernah terjadi di perusahaan 3-4 dalam setahun
<i>High (H)</i>	Terjadi di perusahaan > 4 x dalam setahun

Sumber: Data perusahaan, Tahun 2018

2.2 Bow-Tie Analysis

Bow tie analysis adalah diagram sederhana yang digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis jalur risiko mulai dari penyebab hingga dampak (IEC/ISO 31010:2009). *Bow tie analysis* digunakan untuk menampilkan sebab akibat yang ditimbulkan dari suatu hazard untuk dilakukan langkah preventif, langkah mitigasi, dan mengontrol *hazard*. Metode ini bisa digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kecukupan dari *existing barrier* dan melakukan penambahan barrier jika di perlukan (CCPS, 2008).

Bow-Tie Analysis dimulai dari titik pusat/simpul yaitu *top event* yang merupakan kejadian dari pelepasan bahaya, lalu kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan penyebab dan konsekuensi dari kejadian tersebut, lalu kemudian mencari tindakan pengendalian (*barrier*) yang dapat mengurangi kemungkinan kejadian (*preventive control*) serta untuk mengurangi keparahan konsekuensi kejadian tersebut (*mitigating measure*).



Gambar 1. Bow Tie Diagram

Sumber: ISO, 2009

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

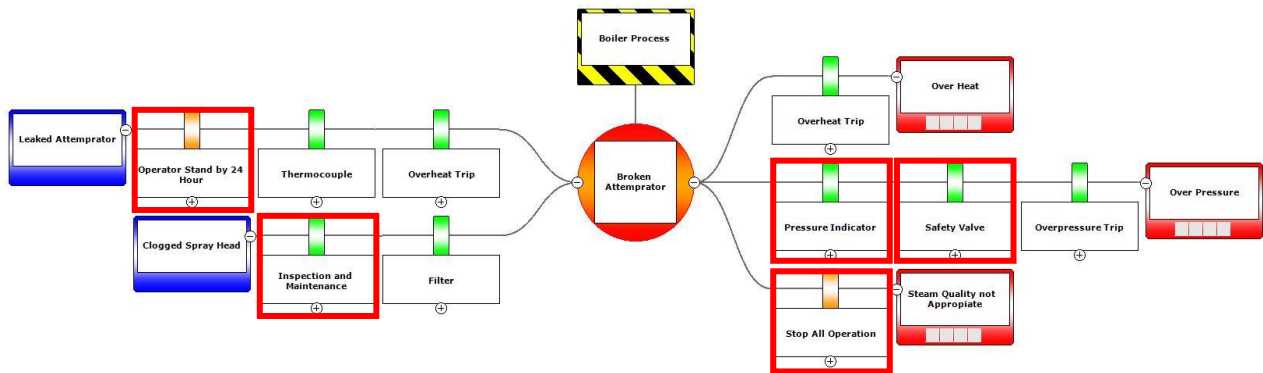
Dari hasil identifikasi 52 komponen yang ada boiler menggunakan metode FMEA, didapatkan 2 komponen yang masuk dalam kategori *high risk* yang bisa dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4
 Hasil Lembar Kerja FMEA

No	Item	Function	Failure Mode	Causal Factor	Effect of Failure	S	L	R	Tingkat Risiko
1.	<i>attempurator</i>	Komponen uap yang digunakan untuk menurunkan suhu pada boiler untuk suplai uap pada mesin <i>jet conditioning</i>	<i>Spray Head</i> tersumbat, Kebocoran pada <i>attempurator</i>	Kurangnya <i>maintenance</i> , umur pemakaian	Uap yang dihasilkan terlalu panas, dapat merusak kualitas tembakau serta komponen mesin <i>jet conditioning</i>	5	3	15	High
2.	<i>Feed water pump</i>	Memompa air umpan menuju boiler	<i>Impeller</i> rusak, <i>header</i> pipa bocor	Umur pemakaian, kurangnya <i>maintenance</i>	Tidak ada air yang dipanaskan didalam boiler, boiler meledak	4	4	16	High

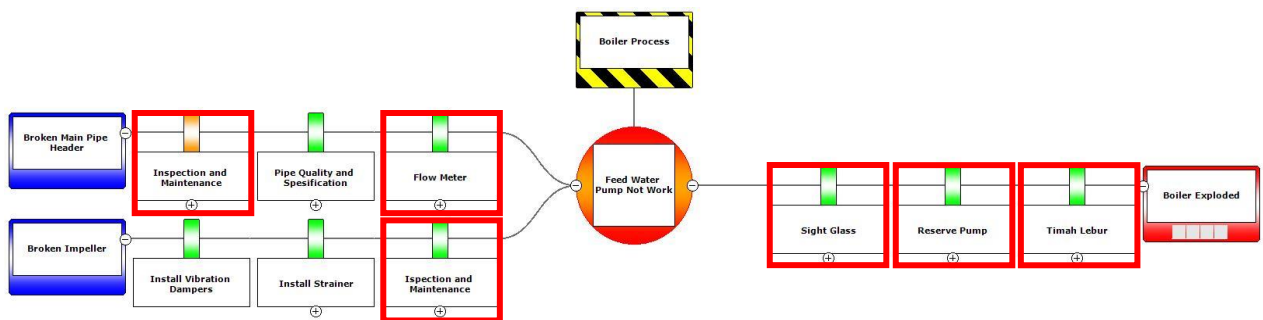
Sumber: Data primer yang diolah, Tahun 2018

Dari tabel 4, maka dapat diketahui, dari 52 komponen yang diidentifikasi pada FMEA, komponen *attempurator* dan *feed water pump* masuk dalam kategori *high risk*. Sehingga komponen *attempurator* dan *feed water pump* merupakan *top event* yang akan diidentifikasi dengan metode *Bow tie* seperti yang bisa dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hasil Diagram Bow Tie pada Attemperator

Sumber : Data penulis, 2018



Gambar 3. Hasil Diagram Bow Tie pada Feed Water Pump

Sumber : Data penulis, 2018

Pada kondisi *high level of risk* membutuhkan minimal 1 *high effectiveness barrier* dan 1 *medium effectiveness barrier* untuk setiap *threat* dan satu *barrier* untuk setiap *consequences* (Trbojevic, 2008). Sehingga dari hasil identifikasi pada *attemperator* dengan menggunakan metode *bow tie*, dapat diketahui bahwa *barrier* yang ada pada setiap *threat* dinilai belum mencukupi, karena hanya memiliki masing-masing 1 *low effectiveness barrier* yang ditunjukkan dengan tanda merah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan *barrier* dengan tingkat *high effectiveness barrier* seperti pemasangan *thermocouple*, pemasangan *overheat trip* dan pemasangan filter pada *attemperator*.

Hasil identifikasi pada *feed water pump* dengan menggunakan metode *bow tie*, dapat diketahui bahwa *barrier* di *threat 1* sebenarnya sudah mencukupi, namun di lapangan masih sering terjadi kerusakan pada *pipe header*, sehingga direkomendasikan untuk penambahan *barrier* berupa pemilihan spesifikasi pipa yang tepat. *Barrier* pada *threat 2* dinilai belum mencukupi, karena hanya memiliki 1 *low effectiveness barrier* yang ditunjukkan dengan tanda merah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan *barrier* dengan tingkat *high effectiveness barrier* seperti pemasangan peredam getaran, dan pemasangan *strainer*.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian pada boiler dengan menggunakan metode *FMEA* dan *bow tie analysis*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa dari 52 komponen yang telah dinalisa, didapatkan 2 komponen yang masuk dalam kategori *high risk* yaitu *attemperator* dan *feed water pump*. Kemudian dapat diketahui bahwa pada komponen *attemperator*, *barrier* pada setiap *threat* belum mencukupi, sehingga perlu dilakukan penambahan *barrier* seperti pemasangan *thermocouple*, pemasangan *overheat trip*, dan pemasangan filter pada *attemperator*.

Pada komponen *feed water pump*, *barrier* pada *threat 1* sudah mencukupi dan *barrier* pada *threat 2* belum mencukupi, sehingga perlu dilakukan penambahan *barrier* berupa pemasangan peredam getaran dan pemasangan *strainer*.

DAFTAR PUSTAKA

Bhangu, N. S., Singh, R., & Pahuja, G. L. (2011). *Failure Mode and Effect Analysis of a Thermal Power Plant for Enhancing its Reliability*. Applied Mechanics and Materials, 110–116, 2969–2975.

Center for Chemical Process Safety. (2008). *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*. New York: Wiley.

ISO. (2009). ISO 31010: Risk management - Risk assessment techniques, 2009.

Trbojevic, V. M. (2008). *Optimising hazard management by workforce engagement and supervision*. Risk Support Limited for the Health and Safety Executive 2008.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)