

Identifikasi Potensi Bahaya Dengan Metode *Hazard And Operability Study* (HAZOP) Di Area Boiler PT. XYZ

Euis Jamilah¹, Yayan Harry Yadi², Ani Umyati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
iez.euis@gmail.com¹, yayan@ft-untirta.ac.id², ani_umyati@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri gula rafinasi di Banten. Pemenuhan kebutuhan energi listrik dari seluruh kegiatan perusahaan berasal dari sumber tenaga listrik oleh tenaga uap boiler. Area boiler merupakan bagian dari perusahaan yang memiliki kemungkinan potensi bahaya tinggi. Peningkatan jumlah kecelakaan kerja terjadi pada tahun 2013 di PT. XYZ dengan korban sebanyak 53% berasal dari area boiler. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan identifikasi bahaya untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area boiler dengan metode HAZOP. Proses identifikasi dilakukan oleh tim yang dibentuk pada awal tahapan HAZOP. Berdasarkan identifikasi didapatkan 10 node, yaitu FDF, IDF, grate, coal, drum, deaerator, condensate, water, steam, dan furnace. Penilaian risiko terdapat 3 kategori tingkat risiko, yaitu risiko sedang, rendah, dan tinggi. Risiko terbesar yaitu tinggi terdapat pada node steam parameter pressure dan node furnace parameter pressure. Rekomendasi yang diberikan adalah dengan pemberian APD berupa masker, monitoring parameter, pengontrolan parameter dengan checklist, pengontrolan elemen air dan peralatan, maintenance, pemasangan safety alarm, penggunaan peralatan economizer, dan SOP penanganan trouble akibat deviasi.

Kata kunci: *identifikasi potensi bahaya, HAZOP, boiler*

ABSTRACT

PT. XYZ is a company engaged in manufacturing refined sugar in Banten. Electrical energy needs of the entire activities of the company is derived from a source of electric power by steam boilers. Area boiler is part of a company that has a high likelihood of potential danger. Increasing the number of occupational accidents occurred in 2013 in PT. XYZ by victims as much as 53% comes from the boiler area. Therefore, in this study is to identify hazards to improve safety and health in the area of the boiler with HAZOP method. The identification process carried out by a team that was formed in the early stages of HAZOP. Based on the identification obtained 10 nodes, the FDF, IDF, grate, coal, drum, deaerator, condensate, water, steam, and furnaces. There are three categories of risk assessment risk level, ie moderate risk, low, and high. The higher risk is steam parameters in the node steam and pressure parameters in the node pressure furnace. The recommendation given is by the provision of PPE such as masks, monitoring parameters, control parameters with the checklist, the control elements of water and equipment, maintenance, installation of safety alarms, economizer equipment use, and handling of trouble due to SOP deviations.

Keywords: *potential hazard identification, HAZOP, boiler*

PENDAHULUAN

Pada proses manufaktur, dimana pekerjaan manusia berkaitan dengan mesin, memiliki resiko terjadinya kecelakaan yang dapat menimbulkan kerugian baik secara materil dan non materil. Berdasarkan data *form accident report* tahun 2013 PT.XYZ departemen *Health and Safety Environment* (HSE) kecelakaan yang terjadi menimbulkan kerugian bagi fisik pekerjanya dimana dampaknya terhadap pekerja berupa gangguan kesehatan dan cedera yang dialami, seperti: cedera lengan, kepala dan pipi, telunjuk tangan kiri robek, mata kiri memar, kaki melepuh, serta gangguan pernafasan. Menurut inspektur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) *Health and Safety Environment* (HSE) PT.XYZ kecelakaan yang terjadi berdampak tidak baik bagi kelangsungan bisnis perusahaan, misalnya terjadi hilangnya jam kerja operator akibat terjadi kecelakaan sehingga menurunkan produktivitas perusahaan. Sebagaimana himbauan dari *International Labour Organization* (ILO) agar adanya upaya bersama dalam meningkatkan keselamatan pekerja, maka perlu diadakan upaya dari pihak perusahaan dalam peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja.

Meningkatnya angka kecelakaan kerja PT. XYZ tahun 2013 sebanyak 11 kasus dengan jumlah korban sebanyak 17 dimana 53% terjadi pada area boiler mengindikasikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di perusahaan belum terlaksana secara baik sehingga perlu adanya tindakan dalam mengantisipasi atau mengontrol K3 agar tidak terjadi kecelakaan kerja lebih buruk di masa mendatang. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi bahaya menggunakan HAZOP di area boiler PT. XYZ.

Batasan masalah yang digunakan adalah: penelitian dilakukan di industri gula rafinasi PT.XYZ yang berlokasi di Provinsi Banten, identifikasi *hazard* menggunakan metode HAZOP, penelitian berfokus pada area boiler, data kecelakaan yang digunakan sebagai bahan acuan penerapan HAZOP adalah data kecelakaan tahun 2013, dan titik kajian ditentukan berdasarkan observasi dan informasi dari pihak perusahaan.

Tujuan dari identifikasi ini adalah untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang ada di area boiler kemudian dilakukan penilaian risiko untuk mengetahui tingkat risiko dari bahaya yang teridentifikasi, selanjutnya akan diberikan rekomendasi terhadap potensi bahaya.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis data yaitu data primer yang didapatkan dari wawancara terbuka terhadap karyawan divisi HSE dan Power Plant PT. XYZ kemudian data sekunder berupa data kecelakaan kerja tahun 2013 PT. XYZ, parameter boiler, spesifikasi boiler, dan *Process Flow Diagram* (PDF) boiler. Penelitian ini bersifat deskriptif.

Metode identifikasi potensi bahaya yang digunakan adalah HAZOP. Berikut ini adalah tahapan HAZOP:

1. *Definition* (tahap definisi)
2. *Preparation* (tahap persiapan)
3. *Examination* (tahap pemeriksaan)
4. *Documentation* (tahap dokumentasi)

Setelah dilakukan tahapan HAZOP, dilanjutkan dengan penilaian risiko dan kemudian pemberian rekomendasi sebagai tindakan dalam upaya peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja di boiler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil pengolahan data menggunakan identifikasi HAZOP:

1. *Definition* (tahap definisi)

Pada tahap ini, dilakukan melalui beberapa langkah, diantaranya :

1. Mendefinisikan lingkup dan bahasan masalah

Penentuan lingkup studi berdasarkan temuan saat melakukan observasi, hasil dari wawancara, serta berdasarkan data kecelakaan tahun 2013 bahwa di boiler persentase total korban terbanyak, yaitu sebesar 53%. Sehingga ditetapkan bahwa lingkup studi adalah di boiler. Studi HAZOP terhadap boiler tidak dibedakan antara ketiga unit boiler karena dianggap boiler memiliki fungsi yang sama dan prinsip kerja yang sama untuk mengubah air sumber menjadi *steam* dan dialirkan ke turbin sebagai penghasil energi listrik. Ditetetapkan bahwa studi akan berfokus pada identifikasi hazard dan kemampuan operasi di boiler terhadap dampak-dampak yang muncul.

2. Mendefinisikan tanggung jawab dan personel tim

Tanggung jawab tim dalam job desk setiap jabatan personel tim, yaitu: *study leader*, *recorder*, *designer*, *user*, *specialist*, dan *maintainer*.

3. Memilih anggota tim

Berdasarkan job desk dan keahlian yang dimiliki oleh narasumber pada penelitian, dipilihlah jabatan anggota tim sebagai berikut:

- *Study leader*, yaitu peneliti
- *Recorder*, yaitu peneliti
- *Designer*, yaitu inspektur K3 Divisi HSE
- *User*, yaitu operator *Divisi Power Plant*
- *Specialist*, yaitu *Power Plant Head*
- *Maintainer*, yaitu *HSE Manager*

2. *Preparation* (tahap persiapan)

Pada tahap ini, dilakukan melalui beberapa langkah, diantaranya :

1. Merencanakan studi

Urutan studi yang direncanakan oleh tim adalah:

1. Pengumpulan informasi yang dibutuhkan dalam proses examination, seperti komponen sistem/elemen, material, *design intent*, *guide word*, parameter, dan deviasi.

2. Membuat format HAZOP *worksheet*
3. Menetapkan pertemuan/rapat tim (terkait lokasi dan fasilitas rapat)

2. Melengkapi data

Informasi yang dibutuhkan yang tidak didapatkan pada tahap *definition* HAZOP, dilengkapi pada langkah ini.

3. Menyetujui cara pelaksanaan
4. Estimasi waktu pelaksanaan

Waktu pelaksanaan dilakukan selama 1 bulan (4 minggu), yaitu pada tanggal 23 Desember 2013-6 Januari 2014 dan 10-22 Maret 2014.

5. Membuat jadwal

Jadwal kegiatan dibuat untuk melakukan seluruh tahapan HAZOP dalam estimasi waktu yang telah dibuat, yaitu 4 minggu. Jadwal dapat dibuat ke dalam bentuk *gant chart*.

3. *Examination* (tahap pemeriksaan)

Berdasarkan informasi dari *specialist*, dan identifikasi pada panel boiler, berikut merupakan bagian sistem yang akan menjadi node atau titik kajian pada HAZOP: kipas penghembus "*force draft fan*" (FDF), kipas penghisap udara "*induced draft fan*" (IDF), *grate*, *coal*, *drum*, *deaerator*, *condensate*, *water*, *steam*, dan *furnace*.

1. Kipas penghembus "*Force Draft Fan*" (FDF)
Kipas penghembus FDF merupakan alat bantu pada boiler yang berfungsi sebagai penghembus bahan bakar. FDF ini boleh dijalankan apabila IDF sudah dijalankan terlebih dahulu
2. Kipas penghisap udara "*Induced Draft Fan*" (IDF)
Kipas penghisap udara IDF adalah alat bantu boiler yang berfungsi sebagai penghisap gas asap sisa pembakaran bahan bakar yang keluar dari boiler. Jika boiler sudah dalam keadaan sudah siap dijalankan, maka IDF harus dijalankan terlebih dahulu untuk menghilangkan gas yang membahayakan dari dapur boiler yang membahayakan karena mudah meledak bila terkena api.
3. *Grate*
Grate merupakan alat pembakaran di boiler. *Grate* akan berjalan dan bahan bakar akan berada di atasnya sehingga panas pembakaran akan merambat secara merata di permukaan *grate*, sehingga bahan bakar akan terbakar secara merata.
4. *Coal*
Coal merupakan batubara merupakan elemen penting pada boiler.
5. *Drum*
Terdapat *Steam drum* dan *water drum* pada boiler. *Steam drum* merupakan tempat pembuatan uap terjadi dan sebagai tempat penerima air pengisi boiler. Sedangkan *water drum* adalah bejana berisi air sebagai penghubung pipa boiler dari *steam drum*. *Water drum* merupakan tempat penampungan kotoran

air dalam boiler yang tidak menempel pada dinding boiler.

6. *Deaerator*

Deaerator adalah pesawat pemanas air sebelum dipompa ke dalam boiler sebagai air umpan (*boiler water*). Fungsi *deaerator* adalah untuk menghilangkan oksigen dan menghindari terjadinya karat pada dinding boiler.

7. *Condensate*

Condensate merupakan air pengisi boiler dengan tekanan rendah yang merupakan *steam* yang mengembun yang kembali dari proses.

8. *Water*

Water merupakan air yang digunakan dalam proses boiler. Terdapat air sumber (*raw water*) dan air penambah (*make up water*)

9. *Steam*

Steam merupakan output yang didapatkan dari air yang dipanaskan dalam boiler berupa uap panas.

10. *Furnace*

Furnace merupakan ruangan dapur sebagai penerima bahan bakar untuk pembakaran.

Berikutnya adalah menentukan tujuan bagian sistem atau disebut dengan *design intent*, yaitu merupakan hal yang ingin dituju dari bagian sistem. Bagian sistem perlu diuraikan ke dalam parameter yang diamati. Parameter ditentukan berdasarkan informasi dari panel boiler dan ditentukan oleh *specialist*. Kemudian untuk mengetahui *design intent*, didapatkan informasi dari *specialist*. Berikut ini adalah bagian sistem beserta parameter yang diamati:

Tabel 1. Bagian Sistem dan Tujuan Bagian Sistem/ *Design Intent*

No	Bagian	Parameter	Design Intent
1	FDF	Arus (<i>Current</i>)	130-200 A
2	IDF	Arus (<i>Current</i>)	200-300 A
3	<i>Grate</i>	Arus (<i>Current</i>)	2-5 A
4	<i>Coal</i>	Arus (<i>Current</i>)	1.5-3 A
5	<i>Drum</i>	Ketinggian air (<i>Level</i>)	%
6	<i>Deaerator</i>	Suhu (<i>Temperature</i>)	101-104°C
7	<i>Condensate</i>	Ketinggian air (<i>Level</i>)	%
8	<i>Water</i>	Aliran (<i>Flow</i>)	t/h
9	<i>Steam</i>	Aliran (<i>Flow</i>)	t/h
		Tekanan (<i>Pressure</i>)	Max 0.09 Mpa
		Suhu (<i>Temperature</i>)	Max 300°C
10	<i>Furnace</i>	Suhu (<i>Temperature</i>)	500-750 °C
		Tekanan (<i>Pressure</i>)	-10 - -50 mmH ₂ O

Setelah menentukan *design intent*, maka yang dilakukan adalah menentukan *guide word* bagian sistem. *Guide word* merupakan kata panduan yang digunakan untuk dikombinasikan dengan node sehingga menyatakan penyimpangan yang terjadi atau *deviasi* dari *design intent*. Kemudian identifikasi dampak dan penyebab, identifikasi *category*, dan *safeguard*.

Tabel 2. Guide Word

No	Bagian	Guide Word	Parameter	Deviasi
1	FDI	More	Current	High current
2	IDF	More	Current	High current
3	Grate	More	Current	High current
4	Coal	More	Current	High current
5	Drum	More or Less	Level	High Level or Low Level
6	Deaerator	Less	Temperature	Low Temperature
7	Condensate	More	Level	High Level
8	Water	Less	Flow	Low Flow
9	Steam	No	Flow	No Flow
		More	Pressure	High Pressure
		Less	Temperature	Low Temperature
10	Furnace	Less	Temperature	Low Temperature
		More or Less	Pressure	High or Low Pressure

4. Documentation (tahap dokumentasi)

Hasil dari proses examination akan dibuat laporan dokumentasi HAZOP yang dituangkan dalam lembar HAZOP Worksheet.

Setelah proses identifikasi selesai, selanjutnya adalah penilaian risiko. Penilaian risiko dilakukan secara kualitatif. Nilai risiko didapat dari mengalikan nilai likelihood dan consequences. Tingkat risiko dapat dilihat pada tabel risk matriks. Berikut ini adalah tabel yang menjelaskan kriteria likelihood:

Tabel 3. Kriteria Likelihood

Likelihood			
Level	Criteria	Description	
		Kualitatif	Kuantitatif
1	Jarang terjadi	Dapat dipikirkan tetapi tidak hanya saat keadaan yang ekstrim	Kurang dari 1 kali per 10 tahun
2	Kemungkinan kecil	Belum terjadi tetapi bias muncul/terjadi pada suatu waktu	Terjadi 1 kali per 10 tahun
3	Mungkin	Seharusnya terjadi dan mungkin telah terjadi/muncul disini atau di tempat lain	1 kali per 5 tahun sampai 1 kali pertahun
4	Kemungkinan besar	Dapat terjadi dengan mudah mungkin muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per tahun hingga 1 kali per bulan
5	Hampir pasti	Sering terjadi, diharapkan muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per bulan

(sumber: UNSW Health and Safety, 2008)

Berikut ini adalah tabel kriteria consequences:

Tabel 4. Kriteria Consequences

Consequences/Severity			
Level	Uraian	Keparahan Cidera	Hari Kerja
1	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan bisnis	Masih dapat bekerja pada hari/shift yang sama
3	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian financial sedang.	Kehilangan hari kerja dibawah 3 hari
4	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat tetap dan kerugian financial besar serta menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan usaha	Kehilangan hari kerja 3 hari atau lebih
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan usaha selamanya	Kehilangan hari kerja selamanya

(sumber: UNSW Health and Safety, 2008)

Berikut ini adalah tabel risk matriks:

Tabel 4. Kriteria Consequences

TINGKAT BAHAYA (RISK LEVEL)						
KEMUNGKINAN (LIKELIHOOD)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
	SKALA	1	2	3	4	5
KESERiusAN (SEVERITY/CONSEQUENCES)						

Keterangan:

- : tingkat risiko rendah
- : tingkat risiko sedang
- : tingkat risiko tinggi
- : tingkat risiko ekstrim

(sumber: UNSW Health and Safety, 2008)

Berikut ini adalah salah satu uraian HAZOP worksheet pada node FDI:

- Node (titik kajian dimana terdapatnya sumber bahaya) teridentifikasi sebagai komponen kipas penghemus FDI

- Parameter yang diamati pada FDF adalah arus listrik atau *current* dengan *design intent* harus berada pada nilai 130-200 A
- *Guide word* (kata panduan) mengindikasikan penyimpangan dari *design intent* yang berpotensi bahaya dinyatakan dengan *more* yang berarti nilai arus lebih dari 200 A
- Deviasi atau penyimpangan dari *design intent* dinyatakan dalam *high current* yang artinya arus kipas FDF melebihi 200 A
- Penyebab terjadinya arus kipas FDF melebihi 200 A adalah suplai batu bara berlebihan sehingga kipas harus bekerja lebih kuat dalam menghembuskan udara ke dalam ruang bakar untuk menaikkan *temperature* ruang bakar agar semua batu bara yang disuplai dapat terbakar, sedangkan kipas FDF tidak mampu bekerja melebihi batas 200 A sehingga kipas mati otomatis dan batu bara tidak terdistribusi keseluruh ruang bakar akibatnya *temperature* ruang bakar turun dan tekanan dari ruang bakar menjadi turun (*drop*)
- Dampak yang ditimbulkan adalah motor mati sehingga boiler stop, bahkan dalam keadaan lebih buruk dapat menyebabkan motor terbakar. Dampak kedua adalah terjadi pembakaran tidak sempurna akibat tidak terbakarnya semua batu bara yang telah disuplai ke dalam ruang bakar (*furnace*)
- Nilai *risk rating* yang diberikan oleh *user* sebagai operator adalah P (*likelihood*) atau frekuensi adalah 1 yaitu jarang terjadi, penjelasannya dapat dilihat pada tabel 2.3. Nilai C (*consequency*) atau tingkat keparahan adalah 1 yaitu tidak signifikan dengan uraian pada tabel 2.4., sehingga nilai $P \times C$ adalah nilai *risk rating* yaitu $1 \times 1 = 1$. Berdasarkan tabel 2.5 nilai risiko adalah 1 dengan kategori risiko rendah
- *Category* dari bahaya adalah *hazard and operability*, artinya merupakan potensi bahaya karena dapat menyebabkan terbakarnya motor menimbulkan terjadinya asap yang kemungkinan bisa mengganggu lingkungan ataupun gangguan pernafasan bagi pekerja di area tersebut, kemudian juga merupakan kegagalan operasi dimana terjadinya motor terbakar dan pembakaran yang tidak sempurna
- *Safeguard* dikosongkan artinya pengaman untuk mengontrol atau mengendalikan keadaan bahaya tidak teridentifikasi
- Rekomendasi yang diberikan adalah berupa instruksi saat melakukan *start* dengan cara buka FDF valve station secara pelan-pelan kemudian jaga *pressure* ruang bakar sampai total air flow boiler mencapai 20%, lakukan pengurangan suplai batu bara, dan memasang *high current FDF alarm* sebagai indikator terjadinya arus mencapai hampir 200 A.

Hasil identifikasi HAZOP adalah sebagai berikut

1. Pada node 1 "FDF" teridentifikasi 2 dampak dengan nilai *risk rating* 1 kategori risiko rendah
2. Pada node 2 "IDF" teridentifikasi 2 dampak dengan masing-masing nilai *risk rating* 1 kategori risiko rendah
3. Pada node 3 "Grate" teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 1 kategori risiko rendah
4. Pada node 4 "Coal" teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 2 kategori risiko rendah
5. Pada node 5 "Drum" teridentifikasi 1 dampak pada deviasi *low level* dengan *risk rating* 6 kategori risiko sedang, sedangkan pada deviasi *high level* teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 4 kategori risiko rendah
6. Pada node 6 "Deaerator" teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 4 kategori risiko sedang
7. Pada node 7 "Condensate" teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 2 kategori risiko rendah
8. Pada node 8 "Water" teridentifikasi 1 dampak dengan *risk rating* 4 kategori risiko rendah
9. Pada node 9 "Steam" teridentifikasi 3 dampak dengan kategori risiko bervariasi, yaitu pada parameter flow dengan *risk rating* 3 kategori sedang, parameter *pressure* *risk rating* 9 kategori tinggi, dan parameter *temperature* *risk rating* 6 kategori risiko sedang
10. Pada node 10 "Furnace" teridentifikasi 5 dampak dengan kategori risiko bervariasi, yaitu pada parameter *temperature* terdapat 1 dampak dengan *risk rating* 8 kategori risiko tinggi, pada parameter *pressure* terdapat 4 dampak dengan *risk rating* masing-masing dampak adalah 9 kategori risiko tinggi, 9 kategori risiko tinggi, 6 kategori risiko sedang, dan 6 kategori risiko sedang

Setelah dilakukan analisa terhadap potensi bahaya yang telah teridentifikasi, diberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. Pada node FDF perlu pemasangan *safety alarm* yaitu *high current FDF alarm*, *Standard Operational Procedure (SOP) start up, maintenance*, pemberian alat pelindung diri berupa masker bagi operator dan karyawan, serta *checklist* parameter arus (*current*)
2. Pada node FDF perlu pemasangan *safety alarm* yaitu *high current FDF alarm*, *Standard Operational Procedure (SOP) start up, maintenance*, pemberian alat pelindung diri berupa masker bagi operator dan karyawan, serta *checklist* parameter arus (*current*)
3. Pada node *grate* berupa SOP penanganan *trouble* pergerakan *grate*, pemasangan *safety alarm* yaitu *high current grate alarm*, pengaturan komposisi penggunaan bahan bakar, dan *checklist* parameter arus (*current*).
4. Pada node *coal* adalah SOP penanganan *trouble* berupa pemeriksaan *belt feeder* dan pembongkaran *coal feeder*, pemasangan *safety alarm* yaitu *low*

current coal alarm, dan *checklist* parameter arus (*current*)

5. Pada node *drum* yaitu SOP penanganan *trouble low level drum* dan *high level drum*, *maintenance* dan *checklist* parameter level
6. Pada node *deaerator* berupa pengontrolan air demin, perbaikan peralatan yaitu *steam regulating valve*, penggunaan bahan kimia, *checklist* parameter temperatur, dan pemasangan *safety alarm* yaitu *alarm low temperature*
7. Pada node *condensate* adalah SOP *blowdown*, pemasangan *safety alarm* yaitu *alarm low level*, dan *checklist* parameter level
8. Pada node *water* adalah monitoring parameter level air melalui *gage glass* atau gelas pengukur ketinggian air dan pencatatan *checklist* parameter *flow* Rekomendasi untuk pengendalian terhadap terjadinya penyimpangan adalah dengan pengurangan suplai udara dan bahan bakar. Rekomendasi terhadap *safeguard* yang tidak teridentifikasi adalah memasang *alarm low flow*
9. Pada node *steam* untuk deviasi *no flow* diberikan rekomendasi SOP penanganan *trouble* melalui pengecekan 3 elemen dan peralatan pemanas, dan pemasangan *safety alarm* yaitu *no flow steam alarm*. Pada deviasi *high pressure* diberikan rekomendasi monitoring *steam pressure*, SOP penanganan *trouble* melalui langkah pengurangan *flow* bahan bakar, dan pemasangan *safety alarm* yaitu *high pressure alarm*. Sedangkan pada deviasi *low temperature* diberikan rekomendasi penggunaan peralatan tambahan *economizer* dan SOP penanganan *trouble*
10. Pada node *furnace* untuk deviasi *low temperature* adalah monitoring FDF dan SOP penanganan *trouble* melalui langkah mengubah pembukaan damper. Pada deviasi *high pressure* diberikan rekomendasi SOP penanganan *trouble* melalui pemeriksaan peralatan IDF, dan pengontrolan peralatan *coal feeder*. Pada deviasi *low pressure* diberikan rekomendasi pengontrolan peralatan *coal feeder* dan pemeriksaan damper IDF.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian didapatkan simpulan sebagai berikut: identifikasi potensi bahaya dengan metode HAZOP dilakukan pada 10 node, yaitu FDF, IDF, *grate*, *coal*, *drum*, *deaerator*, *condensate*, *water*, *steam*, dan *furnace*. Tingkat risiko yang didapat adalah node FDF tingkat risiko rendah, node IDF tingkat risiko rendah, node *grate* tingkat risiko rendah, node *coal* tingkat risiko rendah, node *drum* didapatkan 2 tingkat risiko yaitu sedang dan rendah, node *deaerator* tingkat risiko sedang, node *condensate* tingkat risiko rendah, node *water* tingkat risiko rendah, node *steam* didapatkan 2 kategori risiko yaitu sedang dan tinggi, serta node *furnace* didapatkan 2 kategori risiko yaitu sedang dan tinggi. Rekomendasi tindakan yang diberikan adalah pemberian APD berupa masker, monitoring parameter,

pengontrolan parameter dengan *checklist*, pengontrolan elemen air dan peralatan, *maintenance*, pemasangan *safety alarm*, penggunaan peralatan tambahan *economizer*, dan SOP berupa: langkah-langkah pengendalian, pengecekan elemen, pemeriksaan dan perbaikan peralatan, *blowdown*, penggunaan bahan kimia penghilang zat pengkorosi, dan pengaturan komposisi penggunaan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

Caecillia, Yuniar. 2013. Strategi Minimasi Potensi Bahaya Berdasarkan Metode Hazard and Operability (HAZOP) di PT. Agronesia. *Jurnal Teknik Industri*. Itenas Bandung.

International Electrotechnical Commission (IEC) . 2001. Hazard And Operability Studies (HAZOP Studies) Application Guide BS IEC 61882:2001.

Pujiono, Bayu Nugroho. 2013. Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan Dengan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Melalui Perangkingan Ohs Risk Assessment And Control (Studi Kasus: Area Pm-1 Pt. Ekamas Fortuna). *Jurnal Teknik Industri*. Universitas Brawijaya

Ridley, John. 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga

UNSW Health and Safety (2008). Risk Management Program. Canberra: University of New South Wales. https://www.ohs.unsw.edu.au/hs_procedures_forms/procedure_s/HS329_Risk_Management_Procedure.pdf (diakses pada 19 September 2014).

