

Risk Assessment Pada Pengoperasian Boiler TWA di Unit Boiler PPSDM MIGAS Cepu Menggunakan Metode HAZOP

Fitria Shinta Arizqi¹, Nafila Rizky Aulia²

¹Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

² Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

INFORMASI NASKAH

Diterima : 14 Juli 2023
Direvisi : 14 Oktober 2023
Disetujui : 16 Oktober 2023
Terbit : 19 Oktober 2023

Email korespondensi:
fitriaarizqi.205009@mhs.its.ac.id

Laman daring:
<https://doi.org/10.37525/sp/2023-2/468>

ABSTRAK

PPSDM Migas Cepu merupakan sebuah Instansi Pemerintah Pusat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi di bawah kementerian ESDM. PPSDM ini mengolah crude oil dari PT Pertamina aset 4 Cepu, dimana nantinya crude oil ini diolah di unit pengolahan minyak PPSDM MIGAS. Area boiler merupakan bagian dari perusahaan yang memiliki kemungkinan potensi bahaya tinggi. Oleh karena itu, dilakukan identifikasi bahaya untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area boiler dengan metode HAZOP. Berdasarkan identifikasi pada proses pengoperasian sistem boiler, didapatkan 4 node, yaitu sand filter, softener, deaerator, steam drum boiler. Penilaian risiko terdapat 3 kategori tingkat risiko, yaitu risiko sedang, rendah, dan tinggi. Risiko terbesar yaitu tinggi terdapat pada node steam drum dengan parameter pressure, level, dan temperature. Rekomendasi yang diberikan adalah dengan pemberian APD pada operator, mengontrol level air yang masuk ke dalam steam drum melalui by pass valve, membuang sebagian air dengan blow down valve, melakukan predictive maintenance pada pressure controller, serta pemasangan safety alarm.

Kata kunci: Boiler, HAZOP, identifikasi bahaya



PENDAHULUAN

Boiler atau ketel uap adalah suatu alat yang terbuat dari baja, berbentuk bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan steam atau uap bertekanan. Steam atau uap bertekanan diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan bahan bakar residu, solar atau campuran keduanya. *Boiler* yang digunakan di PPSDM Migas berjumlah 3 unit, dimana *boiler* yang dipasang termasuk jenis *boiler* pipa api (*fire tube*). Pada saat ini, boiler di Kilang PPSDM Migas Cepu hanya mengoperasikan 1 unit boiler, yaitu boiler TWA, sementara 2 unit lainnya berfungsi sebagai cadangan. Steam atau uap bertekanan yang dihasilkan dari dari *boiler* merupakan uap kering atau *superheated steam*. Steam atau uap yang bertekanan digunakan sebagian besar untuk proses pengolahan minyak mentah di unit kilang.

Kegiatan pengoperasian *boiler* TWA dilakukan oleh beberapa operator, sehingga perlu dilakukan *risk assesment* untuk menghindari terjadinya risiko yang mungkin dialami operator ataupun pekerja lain yang bekerja di sekitar *boiler*. Dengan demikian, *risk assesment* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi bahaya dan risiko serta memberikan rekomendasi terkait apa yang harus dilakukan sehingga tingkat bahaya (*risk level*) dapat ditekan pada level yang dapat ditoleransi.

METODE PENELITIAN

Metode HAZOP dilakukan dengan menganalisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah operabilitasnya. Tujuan penggunaan HAZOP adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan yang dapat mendorong terjadinya kegagalan operasi yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan.

Risk Assesment dilakukan dengan meninjau instrument dan peralatan yang digunakan pada pengoperasian *boiler*. Kegiatan ini diawali dengan melakukan observasi pada plant *boiler* untuk menentukan titik kajian atau *node* pada analisis risiko. Setelah observasi, dilakukan wawancara ke operator *boiler* yang bertanggung jawab pada proses pengoperasian *boiler*, serta petugas K3 pada unit *boiler*. Setelah didapatkan cukup data, dilakukan penyusunan dokumen *worksheet* HAZOP. Bahaya dan potensi risiko diidentifikasi kemudian dinilai tingkat bahaya (*risk level*) dengan menggunakan parameter *likelihood* dan *consequences*. Penilaian dilakukan berdasarkan pengendalian yang sudah dilakukan. Setelah dilakukan penilaian, ditentukan rekomendasi terkait langkah pengendalian yang dibutuhkan dan bisa dilakukan untuk setiap risiko sehingga dapat menekan tingkat bahaya (*risk level*).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan observasi, identifikasi bahaya dan risiko, dan identifikasi pengendalian yang sudah ada, selanjutnya dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan 2 parameter, yaitu *likelihood* dan *consequences*.

Tabel 1. Kriteria *Likelihood*

Level	Criteria	Likelihood	
		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

Tabel 2. Kriteria *Consequences*




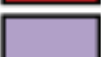
Level	Uraian	Keparahan Cidera	Hari kerja
1	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan bisnis	Masih dapat bekerja pada hari/shift 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

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan parameter *likelihood* dan *consequences*, dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko dilakukan dengan menentukan tingkat bahaya (*risk level*).

TINGKAT BAHAYA (<i>RISK LEVEL</i>)						
KEMUNGKINAN (<i>LIKELIHOOD</i>)	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
KESERIUASAN (<i>SEVERITY/CONSEQUENCES</i>)						

Keterangan:

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

Gambar 1. Matriks *Risk Level*

Tabel 3. *Worksheet Node Sand Filter*

Node Sand Filter										
Instrumen	Parameter	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Dampak	safeguard	L	C	R	Rekomendasi
Pompa Distribusi	Flow	More	High Flow	a) Aliran air yang masuk ke dalam drum sand filter mengalami over pressure	a) Pompa mengalami kerusakan (motor terbakar atau kerusakan pompa) b) Operator terkena ledakan	TH-T50 Overload Relay, NF63-CV No-Fuse Breaker (NFB)	1	1	1	a) Pemasangan indikator (<i>alarm</i>) yang berfungsi sebagai tanda jika terjadi over pressure pada pompa distribusi



Drum Sand Filter	Pressure	More	High pressure	a) Tingginya tekanan yang terdapat pada tangki yang berisi pasir silica	a) Terjadinya ledakan pada drum sand filter b) Operator terkena ledakan	Safety Valve	1	1	1	a) Pemasangan indikator (alarm) yang berfungsi sebagai tanda jika terjadi <i>over pressure pada drum sand filter</i>
Pipa	Flow	More	High Flow	a) Kandungan mineral yang terdapat pada aliran air melebihi batas yang diharapkan	a) Pipa mengalami kerusakan (kebocoran yang disebabkan oleh korosi)	Pressure Indicator (Pressure Gauge)	3	1	3	a) Pengecekan pipa secara rutin dan berkala, supaya risiko kebocoran dapat segera teratasi
		Less	Low Flow	a) Laju air yang mengalir kurang dari batas yang diinginkan	a) Aliran air yang kurang dapat mempengaruhi kebutuhan air pada softener	Pressure Indicator (Pressure Gauge)	1	1	1	a) Pengecekan pipa secara rutin dan berkala

Tabel 4. *Worksheet Node Softener*

Node Softener										
Instrumen	Parameter	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Dampak	safe-guard	L	C	R	Rekomendasi
Pompa Distribusi	Flow	More	High Flow	a) Aliran air yang masuk ke dalam drum softener mengalami <i>over pressure</i>	a) Pompa mengalami kerusakan (motor terbakar atau kerusakan pompa)	TH-T50 Overload Relay, NF63-CV No-Fuse Breaker (NFB)	1	1	1	a) Pemasangan indikator (alarm) yang berfungsi sebagai tanda jika terjadi <i>over pressure pada pompa distribusi</i>

Pipa	Flow	More	High Flow	a) Kandungan mineral yang terdapat pada aliran air melebihi batas yang diharapkan	a) Pipa mengalami kerusakan (kebocoran yang disebabkan oleh korosi)	Pressure Indicator (Pressure Gauge)	3	1	3	a) Pengecekan pipa secara rutin dan berkala, supaya risiko kebocoran dapat segera teratasi
		Less	Low Flow	a) Laju air yang mengalir kurang dari batas yang diinginkan	a) Aliran air yang kurang dapat mempengaruhi kebutuhan air pada softener	Pressure Indicator (Pressure Gauge)	1	1	1	a) Pengecekan pipa secara rutin dan berkala
Drum softener	Flow	Less	Low flow	a) Rendahnya aliran air	a) Kerja <i>drum softener</i> untuk memasok air yang dapat menghasilkan uap pada daerator kurang maksimal	Safety Valve	1	1	1	a) Pemasangan indikator (alarm) yang berfungsi sebagai tanda jika terjadi kurang pasokan air sebagai penghasil uap pada <i>drum softener</i>
Pompa Larutan Garam (NaCl)	Pressure	More	High Pressure	a) Aliran larutan garam yang masuk ke dalam drum softener mengalami over pressure	a) Pompa mengalami kerusakan (motor terbakar atau kerusakan pompa)	TH-T50 Overload Relay, Miniature Circuit Breaker (MCB)	3	1	3	Pemasangan indikator (alarm) yang berfungsi sebagai tanda jika terjadi over pressure pada pompa larutan garam (NaCl)



Tangki larutan garam (NaCl)	<i>Level</i>	Less	Low Level	a) Resin pada softener tidak tercuri secara keseluruhan	a) Kemampuan softener untuk mengikat mineral tidak maksimal	Pemeriksaan kandungan air	1	1	1	a) Pemeriksaan secara berkala kandungan garam pada tangki larutan garam (NaCl)
-----------------------------	--------------	------	-----------	---	---	---------------------------	---	---	---	--

Tabel 5. *Worksheet Node Deaerator*

Node Deaerator										
Inst-ru-men	Pa-rame-ter	Guide Word	Devi-asi	Penye-bab	Dam-pak	safe-guard	L	C	R	Rekomen-dasi
Pompa Boster	<i>Pres-sure</i>	<i>Less</i>	<i>Low Pres-sure</i>	a) Kinerja pompa menurun	a) Aliran air tidak dapat masuk ke dalam de-aerator	TH-T50 <i>Over-load Relay</i> , NF63-CV <i>No-Fuse Breaker</i> (NFB)	3	1	3	a) Melakukan perawatan pada pompa secara berkala
		<i>More</i>	<i>High Pres-sure</i>	a) Tekanan dari pompa Booster terlalu tinggi	a) Terjadi <i>overflow</i> pada de-aerator		3	1	3	a) Mengganti pompa dengan tekanan yang disesuaikan dengan kebutuhan deaerator
Pompa Doss-ing	<i>Pres-sure</i>	<i>Less</i>	<i>Low Pres-sure</i>	a) Kinerja pompa menurun	a) Larutan chemical tidak dapat masuk ke dalam boiler	<i>Mini-ature Circuit Breaker</i> (MCB)	3	1	3	a) Melakukan perawatan pada pompa secara berkala

Tangki Deaerator	<i>Level</i>	<i>Less</i>	<i>Low level</i>	a) Level control tidak berfungsi dengan baik	a) <i>Supply feed water</i> ke boiler kurang b) Terjadi <i>steam hammering</i>	<i>Level Control</i>	1	1	1	a) Melakukan perawatan pada kontrol level secara berkala
	<i>Pressure</i>	<i>Less</i>	<i>Low Pressure</i>	a) Kinerja pompa kurang optimal	a) Kinerja pompa air tidak dapat terbuang sempurna	<i>Pressure Gauge (Pressure Indicator)</i>	1	1	1	a) Melakukan perawatan pada pompa secara berkala
	<i>Temperature</i>	<i>More</i>	<i>High Temperature</i>	a) Laju aliran steam deaerator tinggi	a) Oksigen dalam air tidak dapat terbuang sempurna	<i>Temperature Indicator</i>	1	1	1	a) Dilakukan pengecekan suhu air secara berkala

Tabel 6. *Worksheet Node Steam Drum*

Node Steam Srum										
Instrumen	Parameter	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Dampak	safe-guard	L	C	R	Rekomendasi
Pompa <i>feed</i>	<i>Pressure</i>	<i>Less</i>	Rendahnya aliran pada transfer <i>feed water</i> ke <i>steam drum</i>	a) Tersumbatnya strainer pada pompa b) <i>Check valve</i> tidak berfungsi optimal	a) Terjadi kerusakan pada pompa (motor terbakar) b) Operator ter-setrum listrik	TH-T50 <i>Overload Relay</i> , NF63-CV <i>No-Fuse Breaker (NFB)</i>	1	1	1	a) Melakukan pembersihan strainer pompa untuk mencegah terjadinya penyumbatan b) Operator diharuskan memakai Alat pelindung Diri (APD) yang sesuai.



		<p>a) Terjadi kekurangan <i>feed water</i> akibat kerusakan pada pompa <i>feed</i></p> <p>b) <i>Control valve feed water</i> tidak berfungsi optimal (terbuka sesuai dengan persentase yang diinginkan)</p>	<p>a) Terjadi <i>over-heat</i> pada <i>boiler</i> yang dapat memicu ledakan</p>	<p><i>Level Alarm Low Low (LALL)</i></p>	1	5	5	<p>a) Melakukan perawatan terhadap pompa dan segera mematikan pompa <i>feed</i> agar tidak terjadi kerusakan</p> <p>b) <i>Maintenance control valve</i> secara berkala</p>
Level								
	<p><i>More</i></p>	<p>Tingginya aliran pada transfer <i>feed water</i> ke <i>steam drum</i></p> <p>a) <i>Control valve feed water</i> tidak berfungsi optimal (menutup sesuai dengan persentase yang diinginkan)</p>	<p>a) Terjadi kebocoran pipa pada aliran <i>feed water</i> dan steam ke steam drum</p> <p>b) Membutuhkan waktu yang lama dalam proses pemanasan</p>	<p><i>Level Alarm High (LAH)</i></p>	1	1	1	<p>a) <i>Maintenance control valve</i> secara berkala</p>

Steam Drum	Less	Low Pressure	<p>a) Temperatur steam rendah sehingga tekanan juga rendah</p> <p>b) Level air terlalu tinggi</p>	<p>a) <i>Pressure</i> steam tidak sesuai dengan <i>set point</i></p> <p>b) Kualitas steam tidak bagus (masih bercampur dengan air)</p>	Pressure Alarm Low (PAL)	1	1	1	<p>a) Mengatur pembakaran dengan menaikkan udara bakar dan bahan bakar</p> <p>b) Melakukan perawatan rutin pada unit control level air.</p>
	More	High Pressure	<p>a) Level air terlalu rendah</p> <p>b) <i>Pressure controller</i> tidak berfungsi</p>	a) <i>Over-pressure</i> dapat memicu terjadinya ledakan	Safety Valve, Pressure Alarm High (PAH)	1	5	5	<p>a) Menambah tekanan pompa air umpan boiler (<i>boiler feed water pump</i>)</p> <p>b) Melakukan <i>predictive maintenance</i> pada <i>pressure controller</i></p>
	Less	Low Temperature	a) Level air terlalu tinggi	a) Kualitas steam tidak sesuai dengan yang diinginkan (<i>wet steam</i>)	Temperature Control	5	1	5	<p>a) Menurunkan tekanan pompa air umpan boiler (<i>boiler feed water pump</i>)</p> <p>b) Membuang sebagian</p>

Temperature	More	High Temperature	a) Rendahnya level air dalam steam drum	a) Terjadi <i>over-heat</i> pada boiler yang dapat memicu ledakan	Temperature Control, Temperature Alarm High (TAH)	1	5	5	atau dengan <i>blow down valve</i> a) Menambah tekanan pompa air umpan boiler (<i>boiler feed water pump</i>) dan atau membuka <i>bypass valve</i> pompa pompa <i>booster</i>
-------------	------	------------------	---	---	---	---	---	---	--

B. Pembahasan

Pelaksanaan penilaian risiko dengan menggunakan metode HAZOP yang dilatarbelakangi oleh belum adanya pemeriksaan terkait *risk assesment* pada unit boiler di 8 tahun terakhir. Penilaian risiko diperlukan untuk mengurangi risiko yang dapat dialami oleh operator boiler ataupun pekerja lain yang bekerja di sekitar boiler. Penilaian risiko ditinjau dari 2 parameter, yaitu *likelihood* dan *consequences*. Semakin tinggi angka *likelihood* maka semakin sering risiko terjadi. Untuk tingkat kemungkinan, angka 5 berarti semakin mungkin atau sering terjadi. Sebaliknya, angka 1 berarti sangat jarang atau bahkan tidak pernah terjadi. Semakin tinggi angka *consequences* maka semakin tinggi dampak yang disebabkan oleh risiko tersebut. Tingkat *consequences* 1 dampaknya tidak signifikan, sedangkan tingkat *consequences* 5 dapat mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan operasi. Tingkat bahaya (*risk level*) didapatkan dari hasil perkalian *likelihood* (L) dan *consequences* (C). Rendah tingginya risiko dapat dilihat dari matriks *risk level*.

Dari hasil penilaian risiko dengan metode HAZOP, node dengan *risk level* paling tinggi adalah node *steam drum*. Node ini memiliki nilai *risk level* 5 pada instrumen *steam drum*. Parameter *level*, *pressure*, dan *temperature* pada *steam drum* masing-masing memiliki potensi terjadi ledakan yang berakibat fatal. Node dengan *risk level* sedang yaitu softener *sand filter*, *softener*, dan *deaerator*. Instrumen pipa pada *sand filter* dan juga softener berpotensi mengalami kebocoran. Pompa larutan garam pada softener, pipa *booster* dan pompa *dossing* pada *deaerator*, ketiganya berpotensi mengalami kerusakan. Dengan demikian, perlu adanya pengendalian risiko dengan memberikan rekomendasi sebagai upaya preventif dalam mencegah terjadinya risiko pada kegiatan pengoperasian boiler.

KESIMPULAN

Tingkat risiko pada masing-masing node, yang dihasilkan dari penilaian risiko menggunakan metode HAZOP, dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Node Steam Drum (Risiko Level 5): Pada node ini, terdapat risiko yang sangat tinggi, dengan angka tingkat bahaya mencapai level 5. Ini mengindikasikan kemungkinan ledakan yang memiliki dampak yang sangat serius, bahkan bisa berakibat fatal. Masalah yang berpotensi terjadi pada parameter *level*, *pressure*, dan *temperature* di steam drum dapat menyebabkan situasi yang sangat berbahaya.
2. Node Softener Sand Filter (Risiko Level 3): Tingkat risiko pada node ini adalah level 3. Hal ini

- menggambarkan risiko yang lebih rendah dibandingkan dengan steam drum. Namun, node ini masih memiliki potensi masalah serius, khususnya terkait dengan kemungkinan kebocoran pada pipa.
3. Node Softener (Risiko Level 3): Node ini juga memiliki tingkat risiko level 3. Ini menunjukkan bahwa ada potensi risiko yang dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan seperti pompa larutan garam dan pipa. Meskipun tidak seberat risiko di steam drum, risiko ini masih memerlukan perhatian serius.
 4. Node Deaerator (Risiko Level 3): Risiko pada node deaerator juga memiliki tingkat risiko level 3. Risiko ini terutama terkait dengan potensi kerusakan pada pompa booster, pompa dosing, dan masalah pada level kontrol. Meskipun tidak seberat steam drum, risiko ini tetap signifikan.

Untuk mengurangi risiko pada masing-masing node, penelitian ini memberikan sejumlah rekomendasi tindakan preventif. Tindakan ini mencakup pemasangan indikator alarm untuk mendeteksi masalah dengan lebih cepat, perawatan rutin pada peralatan, serta tindakan preventif lainnya. Kesimpulan utamanya adalah bahwa penilaian risiko adalah langkah penting dalam menjaga keselamatan operasi boiler, terutama di lingkungan industri seperti Kilang PPSDM Migas Cepu, dan tindakan harus diambil sesuai dengan tingkat risiko yang ditetapkan pada masing-masing node.

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, B. and Jacob, I. (2021) 'A Hazard and Operability Studies'. Available at: www.lspmks.co.id.
- British Standards Institution. (2001) 'Hazard and operability studies (HAZOP studies) : application guide.', (October), p. 58.
- Jamilah, E., Yadi, Y. H. and Umyati, A. (2013) 'Identifikasi Potensi Bahaya Dengan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di Area Boiler PT. XYZ', *Jurnal Teknik Industri Universitas Ageng Tirtayasa*.
- PPSDM Migas (2016) 'BUKU SEPUTAR BOILER PLANT', *PPSDM Migas*. Available at: https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/tentang_kami.
- UNSW Health and Safety. (2008). Risk Management Program. Canberra: University of New South Wales

