

## IDENTIFIKASI BAHAYA PADA *HP-SEPARATOR* DENGAN METODE FMEA

Helmi Alfian Andrianto<sup>1)</sup>, Agung Nugroho<sup>2)</sup>, dan Mey Rohma Dhani<sup>3)</sup>

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

<sup>2,3)</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: helmi1402@gmail.com

### Abstract

*Oil and Gas Company which is located in Gundih block is a company that processes and distributes ready-to-sell gas which firstly goes to gas separation process with another phase fluid in High Pressure (HP) Separator. Failure on any HP Separator component may cause company's loss. This study aims to identify hazards and assess the value of critical rank of any component failures and to provide hazard control recommendations. The methods that used in this research were Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to identify failure mode of each component and conduct criticality evaluation of failures. Recommendations using hierarchy of control based on OHSAS 18002:2008 were also given. According to the analysis result on HP Separator, 53 forms of failure modes were found, with the piping as the highest with the score of 4,2453. Afterwards, recommendations regarding control to minimize risk of failure were given, using both preventive and repressive measures based on the hierarchy of hazard control.*

**Keywords:** FMEA, HP Separator, Risk Ranking

### Abstrak

Perusahaan Minyak dan Gas pada blok Gundih merupakan perusahaan yang mengolah dan menyalurkan gas siap dijual yang terlebih dahulu dalam pengolahannya melalui proses pemisahan gas dengan fluida fase lain pada *HP-Separator*. Kegagalan pada setiap komponen *HP-Separator* dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bahaya dan penilaian risiko dari setiap kegagalan komponen yang terjadi serta memberikan rekomendasi pengendalian bahaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk mengidentifikasi mode kegagalan dari setiap komponen dan melakukan penilaian risiko sebuah kegagalan. Hasil Analisa pada *HP-Separator* terdapat 53 bentuk mode kegagalan dimana nilai nilai risiko tertinggi adalah kebocoran pipa dengan nilai 4,2453. Setelah itu, memberikan rekomendasi pengendalian untuk mengurangi risiko pada terjadinya kegagalan dilakukan dengan tindakan *preventive* maupun *repressive* berdasarkan hirarki pengendalian bahaya.

**Kata kunci:** FMEA, HP Separator, Penilaian Risiko

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya sumber daya alam, salah satunya adalah minyak dan gas bumi. Titik sumber minyak dan gas bumi tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Salah satunya adalah berpadang di wilayah blok Gundih. Sumber yang ada di blok Gundih merupakan sumber gas bumi. Pada lapangan sumur gas blok Gundih, perusahaan ini mendirikan sebuah *Plant* yang hanya mengolah dan mengalirkan gas yang siap dijual setelah melewati proses pemurnian. Pada proses produksinya, dari sumur kenyataannya terkandung banyak fluida seperti gas, air, dan juga kondensat. Untuk itu dilakukan pemisahan ketiga fase tersebut di dalam *HP Separator*.

*High Pressure (HP) Separator* adalah salah satu alat dalam *Gas Separation Unit* yang berfungsi untuk memisahkan gas umpan dari fase lain, baik kondensat maupun air sehingga dapat siap diproses pada tahap selanjutnya. Selain itu, diharapkan *feed gas* yang dihasilkan akan bersih dari partikel padat dan garam terlarut yang mungkin terbawa. *HP Separator* ini berbentuk bejana horizontal. Sesuai dengan dokumen teknis peralatan ini didesain untuk memisahkan fase gas, *liquid condensate*, dan air terproduksi. Berjalannya proses pemisahan dalam *HP Separator* yang digunakan terus menerus berpotensi terjadinya kegagalan ataupun kerusakan lain. Terjadinya kegagalan dan kerusakan akan menyebabkan terhentinya proses produksi dan akan merugikan perusahaan karena proses pemurnian gas tidak bisa berjalan sebelum dilakukan pemisahan gas dari fase lain pada *HP Separator*.

Berdasarkan data kegagalan dan kerusakan yang terjadi dapat berpotensi untuk membuat gas alam yang terkandung dalam *HP Separator release* ke atmosfer. Gas alam terdiri dari metana, etana, propana, hidrogen sulfida, hidrokarbon, nitrogen, karbon dioksida dan air. Pada proses produksi, gas bisa menjadi potensi bahaya apabila tidak dikelola dengan baik, khususnya adanya kandungan gas Hidrogen Sulfida dalam gas bumi. Hidrogen Sulfida merupakan produk gas alami yang ada di bumi, gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar, memiliki bau khas seperti telur busuk (Government of Alberta, 2010). Gas H<sub>2</sub>S merupakan gas yang sangat beracun dan lebih mematikan dibandingkan dengan Karbon Monoksida (CO), dan hampir sama beracunnya dengan Hidro Sianida (HCN), sejenis gas yang digunakan untuk menghukum mati para narapidana di beberapa negara bagian Amerika Serikat (Perusahaan Minyak dan Gas, 2010). Berdasarkan data monitoring yang terdapat pada data perusahaan, kandungan H<sub>2</sub>S mencapai konsentrasi 7000 ppm. Dalam (Government of Alberta, 2010) konsentrasi H<sub>2</sub>S >1000 ppm dapat mengakibatkan kematian apabila terjadi *release* ke atmosfer.

Untuk itu, identifikasi bahaya perlu dilakukan untuk mengidentifikasi kegagalan *HP Separator* dan akibat yang ditimbulkan. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan yaitu dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Menurut Stamatis (1995) dalam (Hanif, Rukmi, & Susanty, 2015), FMEA adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, error, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen. Setelah dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan FMEA maka dapat dilakukan pemberian rekomendasi untuk tindakan pencegahan dan pengendalian.

## METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian memerlukan proses penelitian yang terstruktur. Dimulai dari identifikasi beberapa masalah dan menetapkan tujuan serta batasan masalah. Studi lapangan mengamati proses produksi, proses perbaikan untuk pengendalian bahaya. Melaksanakan studi literatur pada penelitian sebelumnya untuk pertimbangan dan acuan. Pengumpulan data primer dari hasil observasi lapangan, wawancara, mempelajari kondisi sistem *HP-separator*, dan data kegagalan.

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi bahaya dengan menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi mode kegagalan dari peralatan atau komponen beserta efek yang dapat ditimbulkan serta memberikan penilaian risiko.

Penilaian risiko didapatkan dari matriks risiko dengan cara melakukan penilaian *severity level*, *occurrence level*, *detection* apabila data kegagalan tidak diketahui, atau apabila data kegagalan diketahui dapat dihitung dengan perhitungan *criticality number* seperti berikut ini berdasarkan (TM 5-698-4, 2006):

$$(\lambda_p) = \frac{\text{Jumlah kegagalan tiap komponen}}{\text{Operating Time } (\tau)} \quad (1)$$

( $\lambda_p$ ) atau *Failure Rate* rasio antara nilai jumlah *failures* per unit waktu dan tipe kerusakannya yang dinotasikan dalam *failure* per jam.

*Beta* ( $\beta$ ) / *Failure effect probability* digunakan untuk menghitung *failure effects* dari setiap *failure mode*. Nilai *Beta* ( $\beta$ ) menggambarkan kemungkinan efek kegagalan dari hasil identifikasi mode kegagalan yang terjadi. Berikut merupakan Tabel nilai *Beta* ( $\beta$ ).

Tabel 1. Nilai *Failure effect probability*

<i>Failure Mode</i>	<i>Nilai Beta</i> ( $\beta$ )
<i>Actual loss</i>	1
<i>Probable loss</i>	>0.1 sampai <1
<i>Possible loss</i>	>0 sampai 0.1
<i>No Effect</i>	0

Sumber: (TM 5-698-4, 2006)

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah kegagalan tiap mode}}{\text{Jumlah kegagalan total}} \quad (2)$$

$\alpha$  atau *Failure Mode Ratio* adalah probabilitas yang digambarkan dalam bentuk desimal yang merupakan bagian yang akan digunakan dalam identifikasi mode.

$$C_m = \beta \times \alpha \times \lambda_p \times t \quad (3)$$

- Dimana  $C_m$  : *Failure Mode critically number*  
 $\beta$  : *Failure effect probability*  
 $\alpha$  : *Failure mode ratio*  
 $\lambda_p$  : *Failure rate*  
 $t$  : *Operating time*

*Criticality number* adalah perhitungan relatif dari *consequences* dan *frequency* dari item kegagalan. Angka ini menunjukkan total seluruh angka *failure mode criticality* dari satu item dengan *severity level* yang sama. Berdasarkan (TM 5-698-4, 2006) untuk menghitung *criticality number* dapat menggunakan rumus:

$$C_r = \sum (C_m) \quad (4)$$

- Dimana  $C_r$  : *Critically number*  
 $C_m$  : *Failure mode critically number*

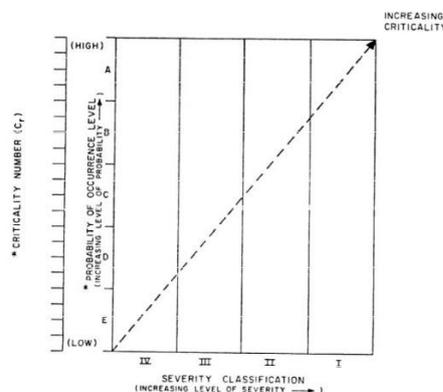
Merupakan ukuran tingkat keseriusan efek dari mode kegagalan. Klasifikasi *severity* untuk memberikan ukuran kualitatif dari kriteria kerugian terburuk yang telah ditentukan. Berikut merupakan level severity berdasarkan (TM 5-698-4, 2006).

Ranking	Effect	Comment
1	None	No reason to expect failure to have any effect on Safety, Health, Environment or Mission
2	Very Low	Minor disruption to facility function. Repair to failure can be accomplished during trouble call.
3	Low	Minor disruption to facility function. Repair to failure may be longer than trouble call but does not delay Mission.
4	Low to Moderate	Moderate disruption to facility function. Some portion of Mission may need to be reworked or process delayed.
5	Moderate	Moderate disruption to facility function. 100% of Mission may need to be reworked or process delayed.
6	Moderate to High	Moderate disruption to facility function. Some portion of Mission is lost. Moderate delay in restoring function.
7	High	High disruption to facility function. Some portion of Mission is lost. Significant delay in restoring function.
8	Very High	High disruption to facility function. All of Mission is lost. Significant delay in restoring function.
9	Hazard	Potential Safety, Health or Environmental issue. Failure will occur with warning.
10	Hazard	Potential Safety, Health or Environmental issue. Failure will occur without warning.

Gambar 1. Tabel Severity Level

Sumber : (TM 5-698-4, 2006)

matriks risiko dapat diketahui dengan mengalikan  $C_m$  dengan *Level Severity* atau dapat dilihat pada matriks risiko sebagai berikut.



Gambar 2. Matriks Risiko

Sumber : (MIL-STD-1629A, 1980)

Setelah dilakukam identifikasi bahaya dan penilaian risiko, maka dilakukan Analisa dan pemberian rekomendasi pengendalian berdasarkan hirarki pengendalian bahaya.

Item Number	Equipment	Function	Description of Failure			
			Failure Mode	Failure Mechanism	Detection of Failure	Effect of Failure
PT-0102	Press. Transmitter	Untuk menghitung dan mengukur tekanan pada peralatan	Pressure Transmitter tidak dapat membaca tekanan dengan valid	Transmitter tidak bekerja dengan baik, kurangnya preventive maintenance	Display pembacaan tekanan tidak sama dengan aktual, terlalu rendah atau tinggi hingga menyentuh alarm low-low dan high-high	Apabila HH SDV-0112 closed dan menimbulkan naiknya pressure di inlet ke sumur dan dapat menimbulkan tertutupnya sumur akibat terkena alarm high pressure.
			Sensing element dari Pressure transmitter rusak	Sensing element sudah tidak dapat bekerja	Display pembacaan tekanan tidak sama dengan aktual, terlalu rendah atau tinggi hingga menyentuh alarm low-low dan high-high	Apabila terkena tekanan high-high SDV-0112 menutup dan menimbulkan naiknya pressure di inlet ke sumur dan dapat menimbulkan tertutupnya sumur akibat terkena alarm high pressure.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* yang telah dilakukan, terdapat 32 komponen pada *HP-Separator* yang dianalisa bentuk-bentuk kegagalan dari setiap komponen dan efek yang ditimbulkan terhadap proses kerja. Berikut merupakan contoh hasil Identifikasi bahaya yang telah dilakukan.

Tabel 2  
 Hasil Identifikasi bahaya dengan FMEA

Sumber : Penulis, Tahun 2018

Dari semua komponen yang telah dianalisa, terdapat sebanyak 53 mode kegagalan dalam tiga tahun yang dapat mengakibatkan terganggunya kinerja sistem pada *HP-Separator*. Berdasarkan 53 data mode kegagalan dan efek yang ditimbulkan, keseluruhan dapat mengganggu kinerja sistem pada *HP-Separator*. Adapun efek yang dapat ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* mengakibatkan harus terhentinya proses operasional, sehingga proses produksi gas menjadi terganggu.
2. Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat mengganggu konsentrasi operator pada direct Control Room.
3. Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat berakibat fatal terhadap sistem *safety* atau keamanan pada *HP-Separator*.
4. Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada pekerja dan juga lingkungan kerja.
5. Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* tidak sampai mengakibatkan terhentinya proses operasi, namun dapat mengganggu kinerja sistem.

Pertama, Kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* mengakibatkan harus terhentinya proses operasional, sehingga proses produksi gas menjadi terganggu. Komponen yang mengalami kegagalan tersebut antara lain *Pressure transmitter*, *gasket*, *level transmitter*, *mist extractor*, pipa (*to inlet cooler*), dan sambungan / *flange* pada *Shut Down Valve*. Kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada komponen komponen tersebut dapat mengakibatkan terhentinya proses operasional sistem pada *HP-Separator*.

Kedua, kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat mengganggu konsentrasi operator dalam bekerja pada direct Control Room sehingga operator bisa saja mengalami kesalahan dalam menganalisa segala kemungkinan keadaan yang ditimbulkan kerusakan atau kegagalan komponen yang terjadi. Berikut merupakan komponen yang mengalami kegagalan yang dapat mengakibatkan terganggunya kinerja operator adalah *level gauge*, *level transmitter*, *pressure indicator*, dan *flow transmitter*. Kegagalan yang terjadi tidak sampai mengakibatkan terhentinya proses operasional, namun dapat mengakibatkan kesalahan pekerja dalam membaca indikator tekanan misalnya, maka akan menyebabkan operator memungkinkan akan melakukan kesalahan tindakan.

Ketiga, kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat berakibat fatal terhadap sistem *safety* atau keamanan pada *HP-Separator*. Berikut merupakan komponen yang mengalami kegagalan yang berakibat pada sistem keamanan pada *HP-Separator*, antara lain *Pressure Indicator Control*, *level gauge*, *Drain valve*, *level valve*, dan *Pressure Safety valve*.

Keempat, kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada pekerja dan juga lingkungan kerja. Komponen-komponen yang mengalami kegagalan yang dapat mempengaruhi keselamatan pekerja dan juga lingkungan antara lain pipa (*to inlet cooler*), sambungan / *flange* pada *Shut Down Valve*, *enlarger*, *gasket*, pipa (*to Hydrocyclone Unit*), *reducer*, dan pipa (*to flare header*).

Kelima, kegagalan yang ditimbulkan oleh komponen *HP-Separator* tidak sampai mengakibatkan terhentinya proses operasi, namun dapat mengganggu kinerja sistem. Komponen-komponen yang mengalami kegagalan yang dapat mengganggu kinerja sistem antara lain, *Drain valve*, *pressure indicator control*, pipa (*to Hydrocyclone Unit*), dan *pressure safety valve*. Kegagalan yang terjadi dapat mengganggu kinerja sistem, namun tidak sampai mengakibatkan terhentinya proses operasional pada *HP-Separator*.

Setelah dilakukan identifikasi bahaya maka dilakukan penilaian risiko, dimana hasil penilaian risiko didapatkan nilai matriks risiko terendah adalah kegagalan pada *drain valve*, dengan nilai 0,0189 dan nilai tertinggi adalah kegagalan pada perpipaan dengan nilai 4,2453.

Dari hasil identifikasi dan penilaian risiko, rekomendasi pengendalian untuk mengurangi risiko pada terjadinya kegagalan dilakukan dengan cara tindakan *preventive* maupun *repressive* berdasarkan hirarki pengendalian bahaya agar dapat mengurangi akibat yang ditimbulkan dari terjadinya suatu kegagalan. Berikut adalah rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan hirarki pengendalian bahaya:

- a. Pada tahap substitusi, untuk pengendalian secara *repressive* yang dapat dilakukan adalah melakukan penggantian pada *Shut Down Valve*, *Pressure Valve*, *Pressure Safety Valve* dan gasket yang mengalami kerusakan.
- b. Pada tahap rekayasa Teknik, diberikan penambahan *Cathodic Protection* untuk menghambat laju korosi pada material. Pemasangan *rupture Disc* pada *downstream Pressure Safety Valve* untuk mengurangi kerusakan dan korosi pada *Pressure Safety Valve*.
- c. Pada tahap administrasi, untuk pengendalian yang dilakukan secara *preventive* berupa penjadwalan penggantian gasket secara teratur dan memastikan melakukan pemasangan gasket dengan tepat, hal ini perlu dilakukan karena fluida yang terkandung dalam pipa dapat menyebabkan korosi, penjadwalan perawatan berkala pada coating sehingga kegagalan coating dapat dideteksi lebih dini. Serta menjadwalkan inspeksi dan perawatan sistem keseluruhan secara berkala dan teratur. Untuk pengendalian secara *repressive*, tindakan yang dapat dilakukan adalah memperketat proses screening pekerja pihak ketiga yang melakukan proses perbaikan yang dilakukan seperti pengelasan untuk memperbaiki kebocoran.
- d. Penyediaan *Self Contained Breathing Aparatus (SCBA)* sesuai jumlah pekerja, karena apabila terjadi kebocoran pipa mengakibatkan pelepasan fluida, seperti Hidrogen Sulfida, yang dapat menyebabkan kematian dalam konsentrasi tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Analisa *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dari 32 komponen atau peralatan yang ada pada sistem *HP-Separator*, terdapat 53 bentuk mode kegagalan yang memiliki potensi untuk menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi pada setiap komponen dan sistem *HP-Separator*, dimana nilai *ranking* terendah adalah kegagalan pada *drain valve*, dengan nilai *ranking* 0,0189 dan nilai *ranking* tertinggi adalah kegagalan pada perpipaan dengan nilai 4,2453. rekomendasi pengendalian untuk mengurangi risiko pada terjadinya kegagalan dilakukan dengan cara tindakan *preventive* maupun *repressive* berdasarkan hirarki pengendalian yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri agar dapat mengurangi akibat yang ditimbulkan dari terjadinya suatu kegagalan.

Saran yang dapat menjadi masukan untuk penelitian kedepannya dilakukan Analisa kebocoran yang dapat terjadi dan juga Analisa biaya pada kegagalan yang terjadi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Government of Alberta. (2010). Hydrogen Sulphide at The Workplace. Dalam *Workplace Health and Safety Bulletin* (hal. 1-17). Alberta: Employment and Immigration of Alberta.
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03, 137-147.
- MIL-STD-1629A. (1980). *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*. Washington DC: Department of Defense.
- Pramesti, R. A., Puranggono, B., & Bakhtiar, A. (2015). Analysis of Defect Event Quantity Using Priority Cost FMECA Method.
- TM 5-698-4. (2006). *Failure Modes, Effects and Criticality Analyses (FMECA) for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities*. Washington DC: Department of The Army.