

ANALISIS RISIKO KEBOCORAN PADA *SLUG CATCHER AREA GAS PROCESSING FACILITY* (STUDI KASUS : PERUSAHAAN MINYAK DAN GAS BUMI)

Rachma Febriwati Ekaputri Sari¹⁾, Adi Wirawan Husodo²⁾, Nora Amelia Novitrie³⁾

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: febwat.14@gmail.com

Abstract

In this research, gas leakage analysis was done to the slug catcher area gas processing facility. The purpose is to identify the hazards by using Failure Mode and Effect Analysis to find out the cause of the component failure of slug catcher, to determine the gas leakage scenario, and to know the risk level of the leakage. The used method in this research was quantitative risk analysis to know the risk level based on gas leakage scenario. The risk level assessment was done by using Event Tree Analysis to determine the *probability of consequences initiating event* value, multiply it with the frequency of occurrence based on oil gas procedures, then calculate risk value.. The result of this research, the occurrence of gas leakage is due to failure of components with high risk based on hazard identification by using Failure Mode and Effect Analysis, the scenario analysis was done using realistic case with leakage hole of 100 mm, 50 mm and 10 mm on valve slug catcher. The highest level of risk due to gas leakage is the consequence of toxic gas dispersion with 10 mm hole and is included in tolerable category.

Keywords: *Event Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Leak, Risk, Quantitative Risk Analysis*

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan analisis risiko kebocoran pada *slug catcher area gas processing facility*. Tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi bahaya menggunakan FMEA untuk mengetahui penyebab terjadinya suatu kegagalan komponen pada *slug catcher*, menentukan skenario kebocoran gas dan mengetahui tingkatan risiko kebocoran gas. Metode yang digunakan yaitu *quantitative risk analysis* untuk mengetahui tingkatan risiko berdasarkan skenario kebocoran gas. Penilaian risiko kebocoran gas menggunakan *event tree analysis* untuk mengetahui nilai *probability of consequences initiating event*, kemudian mengalikannya dengan frekuensi kejadian berdasarkan *oil gas procedures*, selanjutnya menghitung nilai risiko. Hasil dari penelitian ini yaitu kebocoran gas terjadi karena kegagalan komponen yang memiliki risiko tinggi berdasarkan identifikasi bahaya menggunakan FMEA, skenario kebocoran menggunakan *realistic case* dengan lubang kebocoran 100mm, 50mm dan 10mm pada *valve slug catcher*. Tingkatan risiko tertinggi akibat kebocoran gas pada konsekuensi *toxic gas dispersion* skenario lubang 10mm tergolong kategori ditoleransi.

Kata Kunci : *Event Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Kebocoran, Risiko, Quantitative Risk Analysis*

PENDAHULUAN

Pada Perusahaan Minyak dan Gas Bumi tersebut terdapat tiga area produksi antara lain area produksi gas, area produksi minyak dan area produksi LPG. Setelah dilakukan *review HAZID (Hazard Identification)* pada tahun 2012 lalu, area produksi gas termasuk dalam kategori area yang memiliki potensi bahaya tinggi (*high*)

sedangkan area produksi minyak dan LPG termasuk dalam kategori area yang memiliki potensi bahaya sedang (*medium*). Area produksi gas dapat menimbulkan potensi bahaya kebakaran dan ledakan akibat dari kebocoran pada peralatan (*equipment*) dan sistem perpipaan yang gagal berfungsi. Kebocoran gas dapat menjadikannya banyak konsekuensi seperti kebakaran hingga ledakan karena terlepasnya gas ke atmosfer dalam *range* (UFL-LFL) dan terkena sumber penyalan secara langsung maupun secara berangsur-angsur setelah *release*. Pada tahun 2016 di perusahaan minyak dan gas bumi pernah terjadi kebocoran pada *Slug Catcher* yang menimbulkan keluarnya gas H₂S. Kejadian tersebut disebabkan oleh salah satu katup (*valve*) yang berada di *Gas Outlet Slug Catcher*. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis risiko kebocoran gas pada *slug catcher area gas processing facility*. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi bahaya menggunakan FMEA untuk mengetahui penyebab terjadinya suatu kegagalan komponen pada *slug catcher*, menentukan skenario kebocoran gas dan mengetahui tingkatan risiko kebocoran gas.

METODE PENELITIAN

Metode Identifikasi Bahaya

Metode identifikasi bahaya adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisis potensi bahaya. Identifikasi bahaya termasuk langkah yang paling penting ketika akan melakukan penilaian atau analisis risiko dari suatu objek. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu metode untuk mengevaluasi apakah suatu peralatan dapat gagal (atau secara tidak benar dioperasikan) dan efek kegagalan ini berdampak pada proses dan metode *Event Tree Analysis* (ETA) untuk menganalisis konsekuensi dari pelepasan gas.

Quantitative Risk Analysis (QRA)

Quantitative risk analysis merupakan metode untuk mengembangkan dan memahami estimasi resiko dengan mengkombinasikan nilai estimasi frekuensi dengan konsekuensi potensi kecelakaan. Selain itu, QRA juga dapat digunakan untuk menginvestigasi pada sebuah proses industri kimia, seperti analisa resiko kerugian secara ekonomi atau analisa resiko dampak pada lingkungan (Arendt & Lorenzo, 2000). Dalam pengaplikasian metode QRA terdapat enam tahapan, diantaranya yaitu: identifikasi bahaya, analisa konsekuensi kejadian, analisa frekuensi kejadian, menentukan dampak kejadian, menghitung resiko, mengevaluasi serta memprioritaskan resiko yang harus dikurangi (CCPS, 2000).

Kebocoran

Kebocoran yaitu pelepasan suatu zat dari tempat penyimpanan karena adanya lubang atau retakan. Terdapat beberapa pemodelan sumber kebocoran yang sering digunakan serta dikembangkan secara rinci menurut CCPS (2000), Fase cair, pemodelan sumber yang dikembangkan pada aliran melalui lubang pada tangki penyimpanan atau pipa, dan aliran lubang pada tangki atau pipa yang berisi cairan bertekanan serta memiliki *normal boiling point*, Fase gas, pemodelan sumber yang dikembangkan pada aliran lubang pada pipa atau tangki yang berisi gas bertekanan, aliran pada *relieve valve*, aliran evaporasi yang terjadi pada kolam cairan dan aliran dari *relieve valve* yang berasal dari puncak tangki penyimpanan yang bertekanan, Fase cair dan gas, pemodelan untuk sumber dasar biasanya dikembangkan pada aliran lubang pada tangki atau pipa yang berisi cairan bertekanan serta memiliki *normal boiling point*, aliran pada *relieve valve* yang berdampak pada *runway reaction*.

Pemodelan Konsekuensi

Adapun konsekuensi yang didapatkan akibat adanya pelepasan gas yang mudah terbakar dan beracun yaitu dapat menghasilkan *jet fire*, *pool fire*, *vapour cloud explosion*, *vapour cloud fire* dan *toxic cloud* (CCPS, 2000).

a. Jet fire

Jet fire merupakan kejadian kebakaran yang terjadi karena adanya suatu gas bertekanan yang terlepas ke lingkungan dari sebuah celah kecil pada tangki penyimpanan atau perpipaan yang berbentuk seperti semburan karena adanya penyalan (CCPS, 2000).

b. Flash fire atau Vapor Cloud Explosion (VCE)

Flash fire merupakan pembakaran tanpa disertai ledakan dari uap yang dihasilkan saat pelepasan material yang mudah terbakar di udara terbuka. Bahaya utama dari *flash fire* yaitu berasal dari radiasi termal (*radiation thermal*) dan kontak langsung dengan api. Untuk mengetahui konsekuensi dari *flash fire* dapat dilihat pada pemodelan *fire ball* dalam menentukan radiasi termal (CCPS, 2000).

c. Boiling liquid expanding vapor explosion (BLEVE) atau Fire Ball

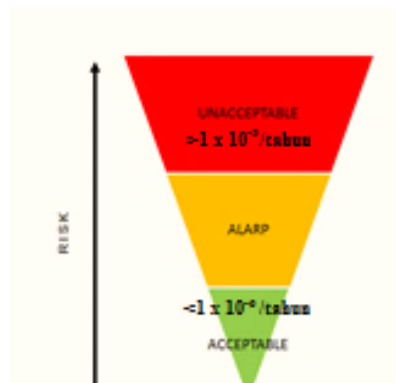
Gas bertekanan dalam suatu wadah yang tiba-tiba bocor karena pecahnya wadah tersebut merupakan salah satu contoh kejadian yang menyebabkan terjadinya *fireball*.

d. Toxic gas dispersion

Konsekuensi dari persebaran gas beracun, terdapat dua pendekatan umum menurut CPPS (2000) yaitu menggunakan konsentrasi spesifik bahan beracun atau standar dosis bahan beracun. Selanjutnya analisis probit, mengkombinasikan nilai konsentrasi berdasarkan jarak dengan waktu paparan untuk mengetahui besarnya kemungkinan kematian bagi populasi manusia didalam atau diluar pabrik.

Penilaian Risiko

Resiko menurut Muhlbauer yaitu suatu probabilitas peristiwa yang dapat menyebabkan sebuah kerugian atau kegagalan. Risiko dapat dihitung dengan mengalikan frekuensi dengan konsekuensi (Bariyyah, 2012). Berikut Gambar 1. kriteria tingkatan resiko menurut NOPSEMA, 2015.



Gambar 1. Kriteria Tingkatan Resiko

Sumber : NOPSEMA, 2015

Tabel 1
 Data Frekuensi Kegagalan Valve

Range Diameter Lubang (mm)	Diameter Valve					
	2" (50mm)	6" (150mm)	12" (300mm)	18" (450mm)	24" (600mm)	36" (900mm)
1-3	9x10 ⁻⁵	4,1x10 ⁻⁵	3,7x10 ⁻⁵	3,6x10 ⁻⁵	3,6x10 ⁻⁵	3,6x10 ⁻⁵
3-10	3,8x10 ⁻⁵	6,6x10 ⁻⁵	6,3x10 ⁻⁵	1,5x10 ⁻⁵	1,5x10 ⁻⁵	1,5x10 ⁻⁵
10-50	2,7x10 ⁻⁵	1,9x10 ⁻⁵	1,8x10 ⁻⁵	6,5x10 ⁻⁶	6,5x10 ⁻⁶	6,5x10 ⁻⁶
50-150	-	8,6x10 ⁻⁶	2,4x10 ⁻⁶	1,4x10 ⁻⁶	1,4x10 ⁻⁶	1,4x10 ⁻⁶
>150	-	-	5,9x10 ⁻⁶	5,9x10 ⁻⁶	5,9x10 ⁻⁶	5,9x10 ⁻⁶
TOTAL	1,5x10 ⁻⁵	7,4x10 ⁻⁵	6,7x10 ⁻⁵	6,5x10 ⁻⁵	6,5x10 ⁻⁵	6,5x10 ⁻⁵

Sumber : OGP, 2010

Frekuensi Data Kegagalan OGP

Generic database yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada OGP, dimana OGP merupakan organisasi produsen penghasil minyak dan gas internasional yang beranggotakan lebih dari setengah produsen minyak dunia dan sekitar sepertiga produsen gas. Data frekuensi kegagalan valve dapat dilihat pada tabel 1 yang menunjukkan nilai kegagalan per tahun pada tiap diameter valve dan diameter lubangnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Bahaya

Hasil dari FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses pada slug catcher dan mengetahui potensi kegagalan dari beberapa komponen yang terkait. Setiap komponen yang digunakan dalam analisis FMEA ini berdasarkan dari P&ID dan brainstorming dengan HSE technician yang ada di perusahaan minyak dan gas bumi. Pada penelitian ini, proses kegagalan dapat berlangsung disebabkan oleh ball valve macet atau dalam kondisi korosi, flange pada relief valve bocor serta gas outlet bocor atau pecah yang memiliki nilai risiko tinggi sehingga mengakibatkan terjadi pelepasan gas pada slug catcher.

Penentuan Skenario

Pada penelitian ini menggunakan skenario *realistic case*, dimana besar kemungkinan kebocoran terjadi pada *ball valve* bagian *gas outlet slug catcher* dengan diameter 10”, penentuan ini berdasarkan pada kejadian yang pernah terjadi pada perusahaan minyak dan gas bumi yang memiliki kemungkinan terbesar untuk terjadi pelepasan.

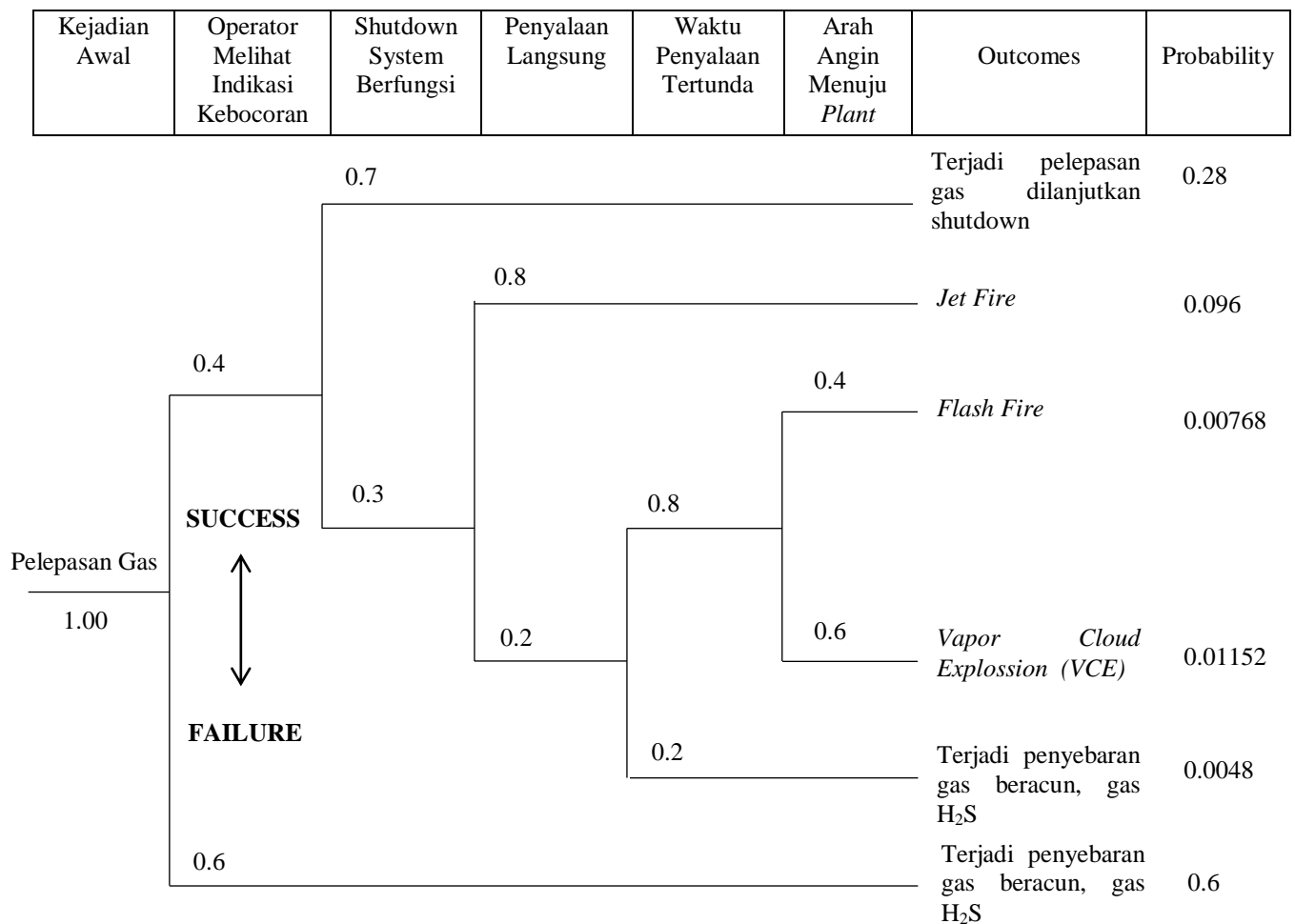
Penentuan Frekuensi Kebocoran

Pada penelitian ini penentuan besarnya frekuensi kemungkinan kebocoran yaitu pada *ball valve* bagian *gas outlet slug catcher* sesuai dengan skenario yang telah dibuat, dengan menggunakan data kegagalan berdasarkan *oil and gas procedures* (OGP). Diameter *valve* yang dianalisis memiliki diameter sebesar 10”, sehingga perlunya dilakukan pendekatan pada diameter *valve* 6” dan 12” untuk mendapatkan nilai frekuensi terbesar dari frekuensi kebocoran berdasarkan diameter pipa serta lubang kebocoran sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Dapat dilihat tabel 2 yang merupakan hasil penentuan frekuensi pada masing-masing skenario lubang.

Tabel 2
 Hasil Penentuan Frekuensi Kebocoran

Skenario	Diameter Lubang	Golongan	DIA (inch)	Frekuensi OGP
Valve	10 mm	Actuated Valve	0,393	6,3x10 ⁻⁵
	50 mm		1,96	1,8x10 ⁻⁵
	100 mm		3,93	2,4x10 ⁻⁵

Sumber: Hasil Analisis, 2018



Gambar 2. Hasil Analisis ETA

Sumber : Hasil Analisis, 2018

Penentuan Konsekuensi Kebocoran

Penentuan konsekuensi adanya *initiating event* berupa pelepasan gas dengan menggunakan metode ETA (*Event Tree Analysis*). Dimana ETA merupakan metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi serta mengevaluasi alur konsekuensi dari sistem yang mungkin terjadi setelah adanya *initiating event*. Gambar 2 di atas adalah gambar hasil analisis ETA. Didapatkan dari hasil analisis, nilai *probability* (kemungkinan) dari konsekuensi akibat pelepasan gas H₂ dan H₂S pada *area gas processing facility* yaitu untuk gas terlepas yang dilanjutkan dengan *shutdown* 0,28, *toxic gas dispersion* 0,6, *jet fire* 0,096, *flash fire* 0,00768, dan *vapor cloud explosion* (VCE) 0,0011.

Analisis Risiko

Risiko merupakan hasil dari perkalian antara frekuensi dan konsekuensi. Berdasarkan hasil perhitungan risiko yang dilakukan pada masing-masing skenario, dapat diketahui tingkatan risiko tertinggi yaitu pada risiko toxic gas dispersion dengan skenario besar lubang kebocoran 10mm. Sedangkan konsekuensi tergolong dalam kategori risiko yang diterima yaitu konsekuensi *flash fire* dan VCE, dan risiko yang tergolong dalam risiko ditoleransi adalah konsekuensi *jet fire* dan *toxic gas dispersion*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dengan menggunakan FMEA yang dilakukan pada *area gas processing facility*, proses kegagalan berlangsung disebabkan oleh komponen – komponen *slug catcher* seperti *ball valve*, *flange relief valve*, dan *gas outlet* yang memiliki nilai risiko tinggi sehingga mengakibatkan terjadi pelepasan gas pada *slug catcher area gas processing facility*. Skenario yang digunakan yaitu *realistic case*, dimana pelepasan gas terjadi pada *valve slug catcher* dengan skenario diameter lubang kebocoran sebesar 100 mm, 50 mm dan 10 mm. Tingkatan risiko tertinggi akibat pelepasan gas berdasarkan skenario yang dibuat yaitu berupa *toxic dense dispersion* dengan lubang 10 mm besar risiko $4,65 \times 10^{-5}$ pertahun yang termasuk dalam kategori risiko ditoleransi, sedangkan untuk risiko terendah yaitu pada *flash fire* dengan lubang 50 mm besar risiko $1,37 \times 10^{-7}$ pertahun yang termasuk dalam kategori diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Arendt, J. S., & Lorenzo, D. K. (2000). *Evaluating Process Safety in the Chemical Industry*. Knoxville, Tennessee: EQE International, Inc.
- Bariyyah, M., 2012. *Analisa Risiko Pipa Transmisi Gas Onshore di Sumatra*. Depok: Universitas Indonesia.
- CCPS., 2000. *Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis Second Edition*. New York: AIChE.
- Muhlbauer, W. K., 2004. *Pipeline Risk Management Manual*. 3rd ed. Burlington: Gulf Professional Publishing
- NOPSEMA. (2015). *Guidance Note ALARP* (Vol. 26). England: NOPSEMA.
- OGP. (2010). *Process Release Frequencies*. England: International Association of Oil and Gas Procedurs.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)