

## IDENTIFIKASI SAFETY BARRIER PEKERJAAN HOT TAPPING PIPA TRANSMISI GAS ALAM MENGGUNAKAN METODE DyPASI

Zona Rezaddien Aqoba<sup>1)</sup>, Rona Riantini<sup>2)</sup>, dan Aulia Nadia Rachmat<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</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

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

E-mail: reza.aqoba@gmail.com

### Abstract

*Hot Tapping is a very dangerous and risky job, because the hot work (welding, drilling and cutting existing pipes) in the condition of high-explosive gas which is flowing in the existing pipes. Safety barrier identification is important to prevent, control or reduce unwanted accident scenarios. Determination of safety barrier using the Dynamic Procedure for Atypical Scenario Identification (DyPASI) method, at the preliminary activities stage the Methodology for the Identification of Major Accident Hazard (MIMAH) approach was used to build the initial bow-tie diagram. The split tee welding becomes the object of research with natural gas explosion as a critical event in constructing a bow-tie diagram which will be integrated with atypical scenario to determine the proper safety barrier.*

**Keywords:** *Atypical Scenario, DyPASI, Hot Tapping, MIMAH, Safety Barrier*

### Abstrak

Pekerjaan *Hot Tapping* merupakan pekerjaan yang sangat berbahaya dan sangat beresiko tinggi, karena dilakukan pekerjaan panas (pengelasan, pengeboran dan pemotongan pipa existing) dengan kondisi pipa yang masih dialiri gas mudah meledak bertekanan tinggi. Identifikasi *safety barrier* penting dilakukan untuk mencegah, mengendalikan, atau mengurangi skenario kecelakaan yang tidak diinginkan. Penentuan *safety barrier* menggunakan metode *Dynamic Procedure for Atypical Scenario Identification (DyPASI)*, pada tahap preliminary activities digunakan pendekatan *Methodology for The Identification Of Major Accident Hazard (MIMAH)* untuk membangun diagram bow-tie awal. Pekerjaan pengelasan split tee menjadi objek penelitian dengan *natural gas explosion* sebagai *critical event* dalam membangun diagram bow-tie yang nantinya akan diintegrasikan dengan *atypical scenario* untuk kemudian ditentukan *safety barrier* yang tepat.

**Kata Kunci:** *Atypical Scenario, DyPASI, Hot Tapping, MIMAH, Safety Barrier*

### PENDAHULUAN

Pekerjaan *Hot Tapping* merupakan pekerjaan yang sangat berbahaya dan sangat beresiko tinggi, karena dilakukan pekerjaan panas (pengelasan, pengeboran dan pemotongan pipa existing) dengan kondisi pipa yang masih dialiri gas mudah meledak bertekanan tinggi (API, 2003) Perusahaan transmisi gas alam menggunakan metode *Hot Tapping* demi menjaga proses distribusi gas alam kepada konsumen agar tidak terhenti ketika terjadi penambahan cabang pipa. Diperlukan identifikasi *Safety Barrier* yang direncanakan untuk mencegah, mengendalikan, atau mengurangi kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan (Sklet, 2006). Dalam beberapa ulasan ekstensif tentang teknik identifikasi bahaya yang tersedia dalam literatur (Mannan 2005, Crawley dan Tyler 2003, Khan dan Abbasi 1998, Glossop et. al. 2005) meskipun lebih dari 40 metode identifikasi bahaya yang digunakan, tidak ada satupun yang memenuhi persyaratan untuk identifikasi skenario atipikal. Skenario kecelakaan di sini didefinisikan sebagai "atipikal"

jika tidak ditangkap oleh teknik identifikasi bahaya konvensional karena menyimpang dari ekspektasi kejadian yang tidak diinginkan atau skenario kasus terburuk yang diperkirakan (Paltrinieri, 2012). Karena kejadian yang tidak diketahui tidak dapat dicegah maka risiko atipikal mungkin lebih berbahaya daripada yang dikenali karena kurangnya tindakan mitigasi dan kesiapsiagaan darurat (Paltrinieri, 2016). Tujuan penelitian ini adalah melakukan identifikasi *safety barrier* guna mencegah dan atau mengurangi potensi bahaya yang ada pada pekerjaan *Hot Tapping*.

**METODE PENELITIAN**

Dalam melakukan identifikasi *safety barrier* menggunakan metode DyPASI hal yang utama yang harus dilakukan adalah membangun diagram *bow-tie*, untuk memunculkan diagram *bow-tie* digunakan pendekatan MIMAH. Setelah diagram *bow-tie* terbentuk yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan rekap data kecelakaan yang berhubungan dengan objek penelitian, data kecelakaan didapatkan dari *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) secara *online*. Setelah data kecelakaan terkumpul selanjutnya memprioritaskan skenario yang memiliki resiko paling tinggi. Penilaian risiko penting dilakukan untuk menentukan *critical event* dan pemrioritasan skenario atipikal yang nantinya akan dilakukan identifikasi *safety barrier* pada objek penelitian. Adapun matriks penilaian risiko yang digunakan sebagai dasar penilaian probabilitas dan dampak seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Matriks penilaian risiko perusahaan

		Probabilitas					
		Rare	Unlikely	Moderate	Likely	Almost certain	Definitely
		1	2	3	4	5	6
Dampak	1	1	2	3	4	5	6
	2	2	4	6	8	10	12
	3	3	6	9	12	15	18
	4	4	8	12	16	20	24
	5	5	10	15	20	25	30

Keterangan:

Low	Medium	High	Extreme

Sumber: Data sekunder yang diolah, 2018

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penentuan *critical event* sebagai objek penelitian dilakukan berdasarkan relevansinya dengan pekerjaan pengelasan *split tee*, *critical event* yang memiliki nilai paling besar digunakan sebagai *top event* pada pembuatan fault tree dan event tree yang nantinya akan diintegrasikan menjadi diagram *bow-tie*. Penentuan *critical event* dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2.  
 Penentuan *critical event* pekerjaan pengelasan *split tee*

Critical event	Keterangan	Tingkat resiko dasar			
		L	C	LxC	Kategori
Natural gas Explosion	Critical event ini merujuk pada ledakan gas alam akibat terjadinya kebocoran gas disertai dengan terdapatnya sumber penyalaan.	5	5	25	Extreme
Start of fire	Critical event ini dapat terjadi karena potensi bahaya percikan bunga api las yang mengenai material mudah terbakar. Critical event ini tidak digunakan sebagai objek penelitian karena start of fire lebih condong kepada potensi bahaya yang ada pada tempat penyimpanan bahan bahan mudah meledak. Serta critical event ini merupakan salah satu penyebab timbulnya natural gas explosion.	4	3	12	High
Leak from gas pipe	Critical event ini bisa menjadi faktor penyebab terjadinya natural gas explosion.	3	5	15	Extreme

Keterangan  
 L = likelihood/occurance  
 C = Consequence/severity

(Sumber : Data sekunder yang diolah, 2018)

Setelah diagram *bow-tie* terbentuk dengan *natural gas explosion* sebagai *top eventnya*, selanjutnya melakukan prioritisasi dari rekap data kecelakaan yang berhubungan dengan pengelasan. Data prioritisasi ini penting untuk penentuan *safety barrier* berdasarkan skenario yang didapatkan. Prioritas skenario kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3.  
 Pemrioritasan skenario kecelakaan pekerjaan pengelasan *split tee*

Scenario	Cause of Event	Type	Σ event	Severity	Σ Loss		RN	Prior
					I	F		
Explosion	Maint. error	U-K	13	Accident	23	7	20	1
Flash fire	Maint. error	U-K	4	Accident	3	1	15	2
Electrocuted	Maint. error	U-K	7	Accident	1	6	12	3
Poisonous	Maint. error	U-U	3	Accident	5	2	12	4
Start fire	PPE fail	U-K	6	Accident	5	-	10	5
Struck	Maint. error	U-K	2	Accident	-	2	8	6
VCE	Maint. error	U-U	1	Accident	2	-	6	7

Keterangan:  
 I= Injury K-U = Known Unknown U-U = Unknown unknown  
 F= fatality K-K = Known known  
 RN = Risk number U-K = Unknown Known

(Sumber: Data sekunder yang diolah, 2018)

Diagram *bow-tie* yang telah terintegrasi dengan skenario atipikal selanjutnya diidentifikasi *safety barrier*-nya, penentuan *safety barrier* sesuai prioritas akan memudahkan identifikator dalam menyimpulkan *safety barrier* mana yang diutamakan dalam penentuan *safety barrier* sesuai prioritas yang ada. Detail *safety barrier* yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.  
*Safety barrier* pekerjaan pengelasan *split tee*

Scenario	Hazardous event	Safety function	Safety barrier
Explosion	Kebocoran gas	To control	<b>Lakukan deteksi gas</b> dengan interval 30 menit sekali Pada titik titik yang dianggap kritis seperti weld join dan flange to flange
	Korosi pada join akibat perbedaan jenis pipa yang digunakan	To prevent	<b>Gunakan jenis pipa yang sama</b> , agar tidak terjadi beda potensial yang dapat menyebabkan korosi pada sambungan
	Pemasangan flange to flange yang tidak tepat	To control	Lakukan inspeksi dan perawatan pada flange to flange
	Bunga api dari pengelasan	To control	Kontrol variabel pengelasan, sesuaikan dengan WPS PQR
	Bara bunga api yang tidak padam	To prevent	<b>Lakukan cooling</b> pada lokasi erja dengan menyiram tanah menggunakan air sesering mungkin
	Terbakarnya habitat atau terbakarnya pekerja las	To avoid	<b>Gunakan habitat tahan api</b> , serta gunakan APD khusus pekerjaan pengelasan
	Suhu diatas design temperatur pipa existing	To control	<b>Hentikan pekerjaan</b> pengelasan jika suhu pada pipa existing mendekati 160 celcius
	Aliran gas pada pipa paska ledakan	To limit	<b>Pastikan Safety device</b> yang meliputi SDV (shutdown valve) ROV (remote operating valve) <b>berfungsi dengan baik</b> pada setiap stasiun agar suplai gas terhenti
Lanjutan Tabel 4			
Flash fire	Terbentuknya uap cat mudah meledak pada pipa	To Control	Pastikan sirkulasi udara yang baik dengan menggunakan blower pada pekerjaan didalam habitat. Sebisa mungkin hindari pekerjaan pada pipa yang baru di cat
Electrocuted	Tersengat listrik saat pengelasan	To prevent	<b>Gunakan APD yang sesuai</b> , pastikan tidak ada kabel yang terkelupas dan tidak terdapat banyak genangan air
Poisonous	Gas beracun saat pengelasan	To control	<b>Pastikan sirkulasi udara yang baik</b> dengan menggunakan blower pada pekerjaan didalam habitat Gunakan respirator N95
	Asphyxiant akibat kebocoran gas	To avoid	<b>Segera menghindar</b> jika tiba tiba terjadi sesak napas. Gunakan respirator saat bekerja menangani kebocoran gas
Start fire	Terbakarnya bahan mudah terbakar	To prevent	Lakukan pembersihan lokasi kerja dari bahan2 mudah terbakar
Struck	Tertabrak ball valve	To control	Buat denah area aman untuk pekerja pada lokasi sekitar pekerjaan pengelasan dilakukan
VCE	Berkumpulnya konsentrasi gas alam dilangit dalam jumlah besar	To Avoid	<b>Hindari</b> tempat berkumpulnya gas pada satu titik

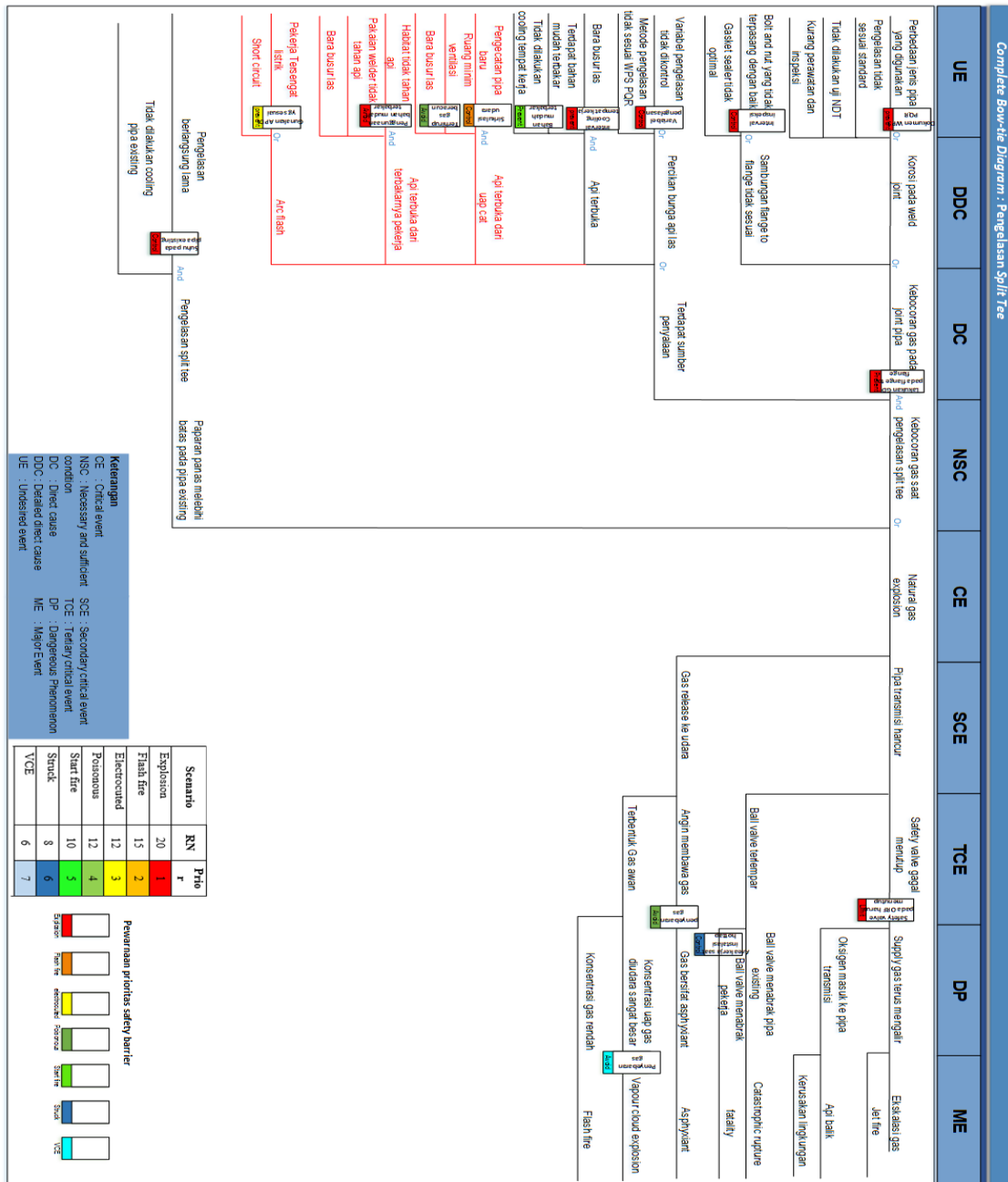
Sumber: Data sekunder yang diolah, 2018

Diagram *bow-tie* yang telah terintegrasi dengan skenario atipikal dan *safety barrier* dapat dilihat pada Gambar 1. Skenario atipikal ditunjukkan dengan garis berwarna merah, kemudian pewarnaan kolom *safety barrier* tergantung pada prioritas yang telah didapatkan sebelumnya.

**KESIMPULAN**

Bedasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. *Critical event* yang terdapat pada pekerjaan pengelasan *split tee* adalah *natural gas explosion*,
2. Penentuan *safety barrier* pada diagram *bow-tie* dilakukan sesuai dengan prioritas yang telah didapatkan pada tahap pemrioritasan skenario kecelakaan. Pada pekerjaan pengelasan *split tee* didapatkan 15 rekomendasi *safety barrier* dengan tingkat prioritas masing masing. *Safety barrier* yang telah diidentifikasi dapat direkomendasikan pada perusahaan guna mencegah dan atau mengurangi dampak jika terjadi skenario *event* yang tidak diinginkan,



Gambar 1. Complete bow-tie diagram: Pengelasan split tee

Sumber: Data sekunder yang diolah, 2018

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- API. (2003). **Safe Hot Tapping Practices In the Petroleum & Petrochemical Industries**. API Recommended Practice 2201, (July 2003), 1–40.
- Paltrinieri, N., Oien, K., & Cozzani, V. (2012). **Assessment and comparison of two early warning indicator methods in the perspective of prevention of atypical accident scenarios**. *Reliability Engineering and System Safety*, 108, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.06.017>
- Sklet, S. (2006). **Safety barriers: Definition, classification, and performance**. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 19(5), 494–506. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2005.12.004>
- Villa, V., Paltrinieri, N., Khan, F., & Cozzani, V. (2016). **Towards dynamic risk analysis: A review of the risk assessment approach and its limitations in the chemical process industry**. *Safety Science*, 89, 77–93. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.06.002>