

MENINGKATKAN ASPEK KESELAMATAN PADA SISTEM INJEKSI BAHAN KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TEE LESS* DI INDUSTRI HULU MIGAS

Adji Swandito

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Vokasi,
Universitas Balikpapan dan PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur
Email: aswandito@gmail.com

ABSTRAK

Kebocoran pada titik injeksi bahan kimia berupa *access fitting* telah menimbulkan potensi pencemaran lingkungan dan risiko keselamatan pekerja akibat tumpahan bahan kimia dan hidrokarbon. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis penyebab kebocoran dan meningkatkan kehandalan sistem injeksi bahan kimia *access fitting* dengan metode PDCA. Analisis penyebab kebocoran dilakukan dengan menggunakan metode *Fishbone*, FMEA, dan *Pareto*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran pada sistem injeksi *access fitting* disebabkan oleh mekanisme korosi galvanik. Hasil modifikasi dan inovasi terhadap sistem injeksi *access fitting* dengan menggunakan metode *tee less* telah berhasil mengeliminasi efek galvanik penyebab korosi. Proses perbaikan sistem injeksi *access fitting* dengan metode *tee less* telah memenuhi target panca mutu meliputi *zero spill*, *zero leaking accident*, hemat biaya, instalasi cepat, dan kepercayaan terhadap kehandalan sistem injeksi bahan kimia meningkat.

Kata Kunci: *Access Fitting*, Galvanik, PDCA, Panca Mutu, *Tee Less*.

ABSTRACT

Leakage at access fitting of injection point chemical have created a potential environmental pollution and safety risk for workers due to chemical and hydrocarbon spills. The purpose of this study is to analyze causes of leakage and improve reliability of access fitting chemical injection system using PDCA method. Analysis of the causes of leakage was carried out using Fishbone, FMEA, and Pareto method. The results of this study showed that leakage in the access fitting injection system was caused by the galvanic corrosion mechanism. Modification and innovation result to the access fitting injection system using tee less method have succeeded in eliminating the galvanic effect that causes corrosion. The improvement process of access fitting injection system using tee less method has met five quality targets including zero spill, zero leaking accident, cost savings, fast installation, and increased confidence in the reliability of the chemical injection system.

Keywords: *Access Fitting*, Galvanic, PDCA, Panca Mutu, *Tee Less*.

PENDAHULUAN

Proses produksi dan pengolahan pada industri hulu migas pada dasarnya bertujuan untuk mengalirkan dan memisahkan minyak dan

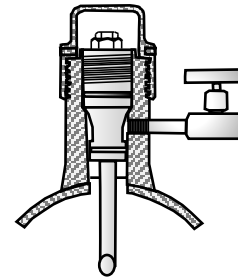
gas bumi dari kandungan *impurities*. Proses produksi dan pengolahan migas melalui serangkaian peralatan pemisah (*separator*), pemanas (*heater*), dan penambahan bahan kimia.

Fungsi bahan kimia dalam proses produksi dan pengolahan migas adalah untuk mendapatkan kualitas produk migas yang memenuhi spesifikasi penjualan, meningkatkan integritas peralatan, dan menjamin kelancaran aliran *fluida* migas. Bahan-bahan kimia tersebut meliputi *demulsifier*, *reverse demulsifier*, *corrosion inhibitor*, *scale inhibitor*, *biocide*, *antifouling*, *sludge breaker*, dan lain-lain (Kelland, 2014).

Bahan-bahan kimia diinjeksikan secara kontinyu atau *batch* ke dalam aliran fluida migas melalui suatu sistem injeksi khusus. Sistem injeksi bahan kimia secara umum meliputi tangki penyimpanan, pompa, alat ukur, *tubing*, dan titik injeksi.

Titik injeksi bahan kimia umumnya berupa *small bore pipe* dengan ukuran $\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{2}$ inch. Titik injeksi ini rentan terhadap kebocoran akibat erosi dan akumulasi bahan kimia konsentrasi tinggi. Titik injeksi berupa *access fitting* lebih banyak dipergunakan karena tidak menimbulkan efek erosi dan

akumulasi aliran bahan kimia. Titik injeksi *access fitting* berupa *fitting* ukuran 2-inch yang berisi *solid plug*, *nut*, dan *quill* (Cosasco, 2020). Gambar 1 menunjukkan sistem injeksi bahan kimia berupa *access fitting*.



Gambar 1. Sistem injeksi *access fitting*

Pemakaian titik injeksi bahan kimia berupa *access fitting* dilapangan ternyata masih menimbulkan kasus kebocoran. Kebocoran ditemukan pada sambungan *nipple* dan *body access fitting*. Frekuensi kebocoran cukup tinggi ditemukan pada injeksi bahan kimia *scale inhibitor*. Kebocoran pada titik injeksi bahan kimia ini menimbulkan potensi bahaya keselamatan dan pencemaran lingkungan di tempat kerja. Bahan kimia berbahaya dan hidrokarbon migas dapat menyebabkan masalah kesehatan, kebakaran, ledakan, dan polusi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis masalah kebocoran sistem injeksi *access fitting* dan melakukan perbaikan untuk mencegah timbulnya kebocoran tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode PDCA. Metode ini meliputi langkah-langkah *Plan*, *DO*, *Check*, dan *Action* (Moen & Norman, 2006).

Langkah *Plan* meliputi penetapan latar belakang masalah utama dan penentuan faktor penyebab dominan. Langkah ini menggunakan metode *fishbone*, FMEA, dan *pareto* untuk menentukan faktor penyebab dominan. Metode *fishbone* dipergunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab masalah. Faktor-faktor penyebab yang berkorelasi langsung dengan masalah utama akan dianalisis lebih lanjut dengan metode FMEA untuk mendapatkan nilai *risk probable number*. Kemudian dengan menggunakan teknik *pareto* akan ditemukan faktor penyebab dominan. *As built drawing* dan *technical reference* dipergunakan untuk menganalisis faktor penyebab dominan secara lebih detail sehingga bisa dirumuskan rencana perbaikan.

Langkah *Do* meliputi pelaksanaan perbaikan sesuai dengan rencana dan target yang telah ditentukan sebelumnya. Langkah ini menggunakan metode *S-curve* untuk mengontrol eksekusi perbaikan.

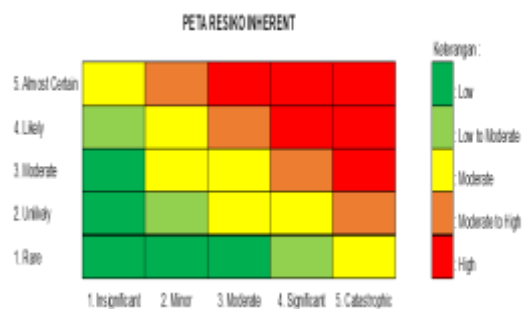
Langkah *Check* untuk mengetahui ketepatan antara hasil dan aktifitas yang dilakukan. Melakukan perbandingan hasil perbaikan terhadap sasaran awal sesuai dengan panca mutu.

Langkah *Action* meliputi standarisasi proses. Langkah ini juga melihat potensi replikasi dan pengembangan selanjutnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

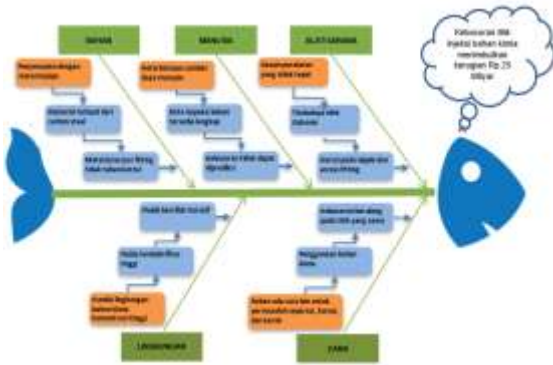
Langkah *Plan*

Hasil penilaian resiko dengan menggunakan *risk matrix* terhadap permasalahan kebocoran pada titik injeksi bahan kimia menunjukkan tingkat risiko tinggi. Hasil penilaian resiko tinggi membutuhkan tindak lanjut segera untuk mengatasi permasalahan yang ada. Gambar 2 menunjukkan peta risiko *inherent* untuk hasil penilaian risiko tersebut.



Gambar 2. Hasil penilain risiko kebocoran titik injeksi bahan kimia

Faktor-faktor penyebab masalah utama meliputi alat, bahan, manusia, cara, dan lingkungan ditentukan dengan menggunakan metode *fishbone*. Gambar 3 berikut ini merupakan hasil analisis dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk masalah kebocoran pada titik injeksi bahan kimia.

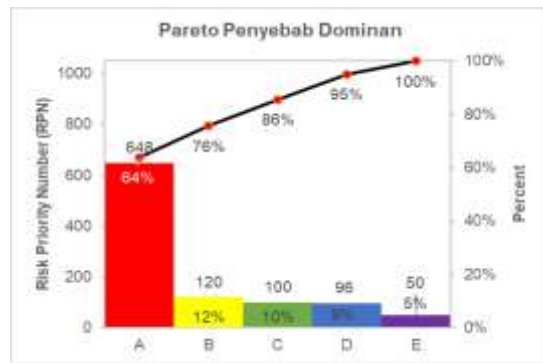


Gambar 3. Diagram *fishbone* untuk masalah kebocoran titik injeksi bahan kimia

Hasil analisis akar penyebab dominan menggunakan metode *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)* dan *pareto* menunjukkan bahwa desain peralatan injeksi bahan kimia yang tidak tepat telah menimbulkan korosi galvanik pada *access fitting*. Tabel 1 dan Gambar 4 memperlihatkan hasil analisis FMEA dan *pareto*. *Risk probable number (RPN)* untuk faktor penyebab berupa desain peralatan yang tidak tepat adalah 648 dengan persentase kumulatif 64% sehingga menjadi masalah yang cukup signifikan untuk segera diselesaikan.

Tabel 1. Hasil analisis FMEA kebocoran titik injeksi bahan kimia

	Cause of Failure	O	S	D	RPN	% Relatif	% Kumulatif
A	Desain peralatan yang tidak tepat	8	9	9	648	64%	64%
B	Belum ada cara lain pencegahan scale	5	6	4	120	12%	76%
C	Keterbatasan sumber daya manusia	5	5	4	100	10%	86%
D	Penyesuaian dengan material pipa	6	4	4	96	9%	95%
E	Kondisi fluida dengan calcite tendency tinggi	5	5	2	50	5%	100%
Total Risk Priority Number					1014	100%	

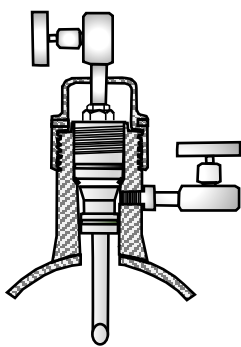


Gambar 4. *Pareto* penyebab dominan kebocoran titik injeksi bahan kimia

Hasil analisis secara lebih mendalam terhadap sistem injeksi bahan kimia berupa *access fitting* menunjukkan potensi risiko korosi galvanik. Korosi galvanik terjadi ketika material *access fitting carbon steel* bertemu dengan material *solid plug* dan *nut stainless steel* dalam lingkungan bahan kimia konsentrasi tinggi. Material *stainless steel* akan bertindak sebagai katoda, sedangkan *carbon steel* akan bertindak sebagai anoda yang mengalami kehilangan logam (korosi). Bahan kimia bertindak sebagai larutan elektrolit yang akan mempercepat proses korosi pada kondisi konsentrasi tinggi (Patton, 2007).

Korosi galvanik dapat diatasi dengan mencegah pertemuan dua logam yang berbeda. Metode *tee less* merupakan hasil modifikasi dan inovasi dari sistem injeksi *access fitting*. Modifikasi dilakukan dengan mengganti *solid plug* dengan *hollow plug* sehingga bahan kimia bisa masuk dari bagian atas *access fitting* mengalir melalui bagian saluran *hollow plug*

stainless steel tanpa harus bertemu dengan material *carbon steel*. Inovasi dilakukan dengan menambahkan *check valve* pada *hollow plug* sehingga memungkinkan modul *tee less* dipasang pada *access fitting* dalam kondisi *in service* (tanpa *shutdown*) dengan menggunakan alat *retriever*. Gambar 5 merupakan sistem injeksi *access fitting* yang telah dilengkapi dengan modul *tee less*.



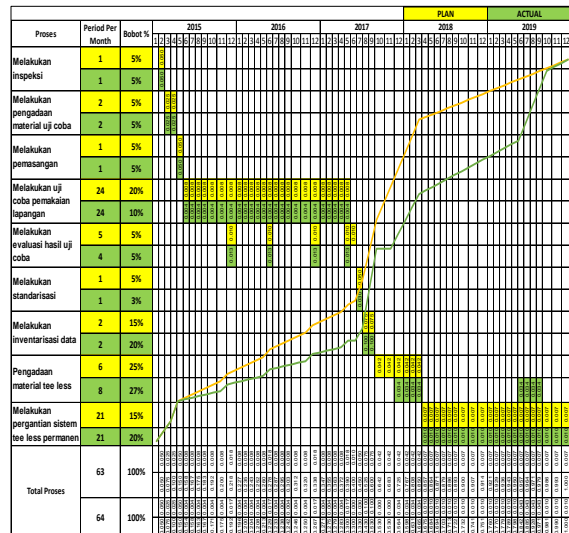
Gambar 5. Sistem injeksi *tee less*.

Langkah *Do*

Pelaksanaan perbaikan dengan menggunakan sistem injeksi *tee less* meliputi tahapan:

1. Inspeksi terhadap titik injeksi dilapangan,
2. Pengadaan material dan fabrikasi.
3. Pemasangan modul *tee less*.
4. Pelaksanaan uji coba pemakaian di lapangan.
5. Evaluasi hasil uji coba.
6. Melakukan standarisasi.
7. Inventarisir semua titik injeksi di lapangan.
8. Pengadaan material skala besar.
9. Pemasangan modul *tee less* secara permanen.

Gambar 6 menunjukkan *S-curve* untuk mengetahui kesesuaian antara perencanaan dengan realisasi. Proses perbaikan berjalan sesuai dengan rencana meskipun ada beberapa keterlambatan terutama terkait dengan proses pengadaan material dan fabrikasi.



Gambar 6. *S-curve* perbaikan sistem injeksi bahan kimia *tee less*.

Langkah *Check*

Hasil perbaikan dengan sistem *tee less* memberikan hasil yang memuaskan. Tabel 2 berikut ini merupakan hasil perbaikan sesuai dengan panca mutu.

Tabel 2. Hasil perbaikan panca mutu

Panca Mutu	Dampak Issue/Masalah Awal	Hasil Perbaikan Akhir
<i>Quality</i>	Kebocoran titik injeksi <i>access fitting</i>	Tidak terjadi kebocoran sampai sekarang
<i>Cost</i>	Biaya perbaikan dan kehilangan produksi	Tidak ada biaya perbaikan
<i>Delivery</i>	3 jam waktu perbaikan	30 menit waktu pemasangan <i>tee less</i>

<i>HSSE</i>	Tumpahan bahan kimia dan hidrokarbon ke lingkungan	<i>Zero spill</i>
<i>Morale</i>	Tingkat kepercayaan kehandalan sistem injeksi rendah	Tingkat kepercayaan kehandalan sistem injeksi tinggi

Langkah Action

Standarisasi proses perbaikan sistem injeksi bahan kimia dengan metode *tee less* dilakukan dengan membuat *standar operating procedure* (SOP). SOP ini menjadi standar baku perusahaan untuk sistem injeksi bahan kimia dilapangan menggunakan sistem *tee less*. Metode *tee less* memiliki potensi replikasi yang sangat besar untuk diterapkan di semua industri hulu migas bahkan industri lain yang relevan.

SIMPULAN

Sistem injeksi bahan kimia berupa *access fitting* memiliki potensi korosi galvanik yang bisa mengakibatkan kebocoran pada titik injeksi di lapangan hulu migas. Kebocoran pada titik injeksi bahan kimia bisa mengakibatkan tumpahan bahan kimia dan hidrokarbon ke lingkungan serta risiko keselamatan pekerja disekitarnya.

Metode PDCA memberikan solusi perbaikan kebocoran pada sistem injeksi bahan kimia *access fitting* dengan menggunakan sistem *tee less*. Sistem *tee less* bisa mengeliminasi efek galvanik melalui hasil modifikasi dan inovasi berupa *hollow plug* dan *check valve*. Modul *tee less* bisa dipasang

secara *inservice* tanpa memerlukan *shutdown*. Hasil evaluasi panca mutu menunjukkan bahwa aspek keselamatan meningkat dengan penerapan metode *tee less* pada sistem injeksi bahan kimia di lapangan.

Metode *tee less* memiliki potensi replikasi cukup besar dan bisa diterapkan pada semua sistem injeksi bahan kimia baik pada industri migas maupun non migas.

DAFTAR PUSTAKA

- Cosasco. (2020). Flarweld Access Fitting Assembly Model 50.
- Jones, D. A. (1996). Principles and Prevention of Corrosion, 2nd. Ed. Upper Saddle River, NY: Prentice Hall, 168-198.
- Kelland, M. A. (2014). Production chemicals for the oil and gas industry: CRC press.
- Moen, R., Norman, C. (2009). Evolution of the PDCA Cycle. Paper presented at the 7th ANQ Congress.
- Patton, C. C. (2007). Applied water technology (A. Foster Ed. 3 ed.). Norman, Oklahoma U.S.A.: John M. Campbell and Company.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Pertamina Hulu Kalimantan Timur atas terselesaikannya penelitian ini.