Jurnal Teknik Lingkungan Volume 24 Nomor 2, Oktober 2018 (Hal 1 - 14)

JURNAL
TEKNIK LINGKUNGAN

IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RISIKO PADA JARINGAN PIPA TRANSMISI *CRUDE OIL* *DI PERUSAHAAN MIGAS*

HAZARDS IDENTIFICATION AND RISK ANALYSIS OF CRUDE OIL TRANSMISSION PIPELINE IN OIL AND GAS COMPANY

Megahapsari Martaningtyas[1] dan Herto Dwi Ariesyady[2]
Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL, Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132
Email: [1]megahapsari@students.itb.ac.id dan [2]herto@ftsl.itb.ac.id

Abstrak: Kegiatan operasi di bidang migas telah banyak dilakukan, baik itu dikelola oleh pemerintah maupun pihak swasta. PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi, pengolahan serta produksi minyak dan gas bumi di Indonesia yang menggunakan sistem perpipaan dalam proses distribusinya. Penggunaan sistem perpipaan sebagai sarana untuk menyalurkan produk minyak dan gas dianggap lebih efektif dan efisien dari segi kapasitas dan jarak yang ditempuh. Proses penyaluran di area utara PT. X menggunakan fasilitas jalur pipa *offshore* dan *onshore* sebagai sarana distribusi produksi minyak mentah. Apabila terjadi kegagalan pada jalur pipa maka dapat mengakibatkan dampak kerugian yang besar seperti kebocoran, tumpahan, dan ledakan. Oleh karena tingginya potensi bahaya dan risiko tersebut maka perlu dilakukan penilaian risiko pada sistem perpipaan yang digunakan, termasuk risiko pada jaringan pipa transmisi *crude oil.* Pada penelitian ini dilakukan analisis risiko dengan pendekatan *loss prevention and risk assessment* yang dikembangkan oleh Muhlbauer (2004). Hasil penelitian ini menunjukkan faktor risiko yang paling besar memberikan kontribusi terhadap kemungkinan kegagalan jalur pipa transmisi minyak 18 inci dari A *platform* sampai S *terminal* adalah faktor kerusakan oleh pihak ketiga. Segmen pipa yang paling berisiko untuk mengalami kegagalan yang menyebabkan kebocoran tertinggi adalah pada segmen pipa *offshore.* Sedangkan faktor konsekuensi dengan nilai dampak tertinggi adalah pada segmen *riser.* Analisis risiko ledakan atau kebakaran dengan metode Dow's F & EI pada pipa transmisi memiliki nilai sebesar 113,168 dengan kategori *intermediate.* Hasil tersebut menyatakan bahwa pihak manajemen perusahaan harus memperhatikan dan mengawasi secara lebih seksama pada jaringan pipa transmisi, sehingga dapat melakukan tindakan mitigasi risiko secara cepat apabila terjadi kegagalan pipa.

Kata kunci: *crude oil*, Dow's F & EI, metode Muhlbauer, pipa transmisi, *risk assessment*

Abstract: *Oil and gas operations have been carried out widely, both managed by the government and private parties. PT. X is one of the companies engaged in the exploration, processing and production of oil and gas in Indonesia that used pipeline system in the distribution processes of oil and gas. The use of pipeline systems was considered more effective and efficient in terms of capacity and distance passed by to distribute oil and gas. The operation processes in the northern area of PT. X use offshore and onshore pipeline facilities to distribute crude oil. The event of a failure on the pipeline can cause major loss impacts such as leaks, spills and explosions. The high potential hazards and risks need to be carried out by risk assessment on the pipeline system used, including*

the risks in the transmission pipeline network of crude oil. In this research, risk analysis with loss prevention and risk assessment approach developed by Muhlbauer (2004) is measured using semi-quantitative pipeline risk on third party index of damage index, corrosion, pipe design, improper operation. The results of this study indicate that the biggest risk factor contributing to the possibility of failure of the 18-inch oil transmission pipeline from A platform to S terminal is the damage factor by third parties. The pipe segment which is most at risk for failure which causes the highest leakage is in the offshore pipeline segment. Whereas the consequence factor with the highest impact value is in the riser segment. Explosion or fire risk analysis with Dow's F & EI method on transmission pipes has a value of 113.168 with an intermediate category. The results stated that the management of the company must pay close attention to and supervise the transmission pipeline network, so that it can carry out risk mitigation actions quickly if a pipe failure occurs.

Keywords: *crude oil, Dow's F & EI, Muhlbauer method, risk assessment, transmission pipe*

PENDAHULUAN

Penggunaan sistem perpipaan dalam industri minyak dan gas bumi sebagai sarana untuk menyalurkan produk minyak dan gas sangat efektif dan efisien, terutama dalam menempuh jarak yang jauh melalui laut maupun darat. Dilihat dari rute yang dilalui pipa sangat beragam, maka potensi bahaya dan risiko keselamatan seperti kebocoran, tumpahan, ledakan dan pencemaran lingkungan dapat mungkin terjadi. Berbagai macam persoalan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor baik oleh faktor internal seperti korosi maupun faktor eksternal seperti lingkungan maupun masyarakat sekitar (Muhlbauer, 2004).

Di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini terdapat insiden yang terjadi pada pipa transmisi minyak mentah salah satunya adalah pada akhir bulan maret 2018 terjadi kebocoran pada pipa penyalur *crude oil* berukuran 20 inci dan ketebalan 12 mm dari lawe-lawe menuju kilang milik PT. Pertamina RU V di Balikpapan. Kegagalan pipa tersebut diduga diakibatkan oleh faktor eksternal diantaranya dalam upaya perawatan dan inspeksi pipa yang tidak memadai, kurangnya sistem pemantauan pipa otomatis dan tidak memiliki sistem peringatan dini. Kebocoran minyak mentah ini berakibat kematian limaorang nelayan dan berdampak pada lingkungan di teluk Balikpapan. Area terdampak karena tumpahan minyak diperkirakan mencapai sekitar 7.000 hektar dengan panjang pantai terdampak di Kota Balikpapan dan Penajam Paser Utara sekitar 60 kilometer (KLHK, 2018).

Melihat besarnya dampak akibat faktor risiko kegagalan pada pipa transmisi *crude oil* dalam kasus yang pernah terjadi sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa perlunya memahami semua potensi bahaya di tempat kerja, mengetahui prosedur yang berlaku di tempat kerja, serta mengetahui penyebab kecelakaan kerja dan mitigasi risiko. Oleh karena itu, perlu

dilakukan penilaian risiko (*risk assessment*) pada sistem perpipaan yang digunakan, termasuk risiko pada pipa transmisi *crude oil* sehingga upaya pencegahan dan pengendalian dapat dengan maksimal mengurangi risiko kerugian, keselamatan manusia hingga meningkatkan kelancaran operasi minyak dan gas bumi melalui pipa transmisi *crude oil* di PT.X.

METODOLOGI

Tahap persiapan dimulai dari studi literatur mengenai kegagalan sistem perpipaan, kejadian kecelakaan terkait dan faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan pada jalur pipa transmisi khususnya *crude oil* (Sidik dan Damanhuri, 2012). Selanjutnya dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder dari lokasi penelitian yaitu PT. X yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang minyak dan gas bumi di Kalimantan Timur. Data primer yang dibutuhkan yaitu kondisi nyata atau *right of way*, wawancara dan diskusi dengan pihak terkait yang bertanggung jawab dalam pengoperasian dan pemeliharaan pipa, dokumentasi, serta melakukan identifikasi potensi kebocoran pipa transmisi *crude oil* dan kandungan zat yang berada disekitar pipa maupun didalam pipa. Data sekunder yang diperlukan sebagai data pendukung diantaranya yaitu profil lokasi penelitian, desain pipa, data spesifikasi pipa yang digunakan, *Standard Operating Procedure* (SOP) pengoperasian pipa, dokumen pemeliharaan dan pengawasan keselamatan pipa, data inspeksi, data kecelakaan kerja, peraturan dan perundang- undangan, referensi ilmiah terbaru, serta dokumen penunjang lainnya.

Identifikasi Proses dan Bahaya

Identifikasi bahaya pada penelitian ini, dilakukan pada pipa transmisi *crude oil* yang berpotensi terjadi kebocoran atau kegagalan sistem perpipaan. Metode identifikasi yang dilakukan dengan menggunakan JHA (*Job Hazard Analysis*), Fine dan ETA (*Event Tree Analysis*) (Purba dan Salami, 2016). *Job Hazard Analysis* atau JHA adalah salah satu teknik dimana memusatkan tugas dalam pekerjaan sebagai langkah untuk mengidentifikasi bahaya sebelum kecelakaan terjadi. JHA berfokus pada hubungan antara pekerja, tugas, peralatan dan lingkungan tempat kerja.Idealnya setelah mengidentifikasi bahaya yang tidak dapat dikendalikan, kemudian mengambil langkah mengeliminasi atau mengurangi bahaya ke tingkat yang dapat diterima (OSHA, 2002). Metode Fine atau semi kuantitatif berguna untuk mengidentifikasi dan memberikan peringkat dari suatu kejadian yang berpotensi untuk menimbulkan konsekuensi yang parah (Kolluru dkk., 1996 dalam Satriyani, 2017).

Metode ETA digunakan untuk menentukan nilai suatu risiko dengan pendekatan induktif yang dimulai dari sebab (kejadian awal) untuk mencari akibat (kejadian akhir). *Event Tree Analysis* melibatkan perkembangan konsekuensi (hasil) dari suatu peristiwa. Metode ini dipilih karena mampu memodelkan skenario kecelakaan dengan analisis yang komprehensif, terstruktur, dan logis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko pada sistem teknologi yang kompleks yang belum pernah terjadi sebelumnya pada jalur pipa transmisi *crude oil* di PT.X.

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi bahaya terhadap dua tahapan proses kegiatan yaitu tahapan kegiatan operasional distribusi *crude oil* melalui pipa transmisi yang terbagi menjadi tiga sub kegiatan diantaranya proses *startup, steady state*, dan *shutdown,* serta tahapan kegiatan *intelligent pigging* yang merupakan salah satu kegiatan pemeliharaan pipa yang telah dilakukan perusahaan.

Pengolahan dan Analisis Data Hasil Pengamatan

Metode yang akan digunakan untuk menganalisa risiko berdasarkan data yang diperoleh sebelumnya adalah *risk rating model* dari Muhlbauer. Model ini sudah banyak digunakan di berbagai sistem perpipaan di perusahaan minyak dan gas di dunia yang menggunakan teori *pipeline risk management.*

Penilaian risiko adalah proses kuantifikasi untuk menentukan risiko apayang mungkin terjadi dalam suatu sistem. Dalam mendapatkan konsep kualitas dan manajemen yang baik dari suatu proses, melibatkan faktor-faktor yang harus dikuantifikasi (Rosyid dkk., 2017). Pada teori ini penilaian dilakukan dengan memberikan bobot atau nilai kepada masing-masing elemen risiko, yaitu komponen kerusakan oleh pihak ketiga, komponen korosi, komponen desain pipa dan komponen operasional yang tidak tepat serta komponen keselamatan, kesehatan, lingkungan dan aset.

Penentuan bobot dan nilai dengan mempertimbangkan kontribusi masing-masing elemen terhadap usaha pencegahan (*atribute*) atau penanggulangan kejadian (konsekuensi). Semakin tinggi nilai akhir semakin aman sistem jalur pipa tersebut, sedangkan semakin rendah nilai akhir maka semakin tinggi tingkatrisikonya. Penilaian konsekuensi kerusakan pipa dilakukan untuk mengetahui kerugian akibat kejadian kegagalan, termasuk kerugian manusia, aset, produksi dan lingkungan (Zadasti dkk.,2017).

Manajemen risiko bertujuan untuk mengurangi risiko dan melindungi terhadap dampaknya dengan mengidentifikasi risiko yang terkait dengan investasi yang sedang dipertimbangkan, hal tersebut penting dilakukan karena memungkinkan perusahaan untuk

mengambil tindakan untuk melindungi atau mengurangi risiko (Kwestarz, 2017). Tahap untuk memulai *scoring system* menggunakan metode Muhlbauer antara lain:

1. Penilaian risiko yang digunakan dengan model indeks (pemberian skor) sesuai dengan metode Muhlbauer. Pada formula tersebut terdapat empat indeks *Probability of Failure* (PoF) yaitu *third party damage index*, *corrosion index*, *design index*, dan *incorrect operations index* dan *Consequences of Failure* (CoF) berdasarkan penerapan perusahaan yaitu *safety, healthy, environmental,* dan *asset.*
2. Data pendukung yang diperlukan yaitu data umum pipa, data spesifikasi, operasi, pemeliharaan dan inspeksi. Beberapa data lainnya dilakukan dengan survey dan interview. Setelah data di kumpulkan maka dilakukan *sectioning pipeline*. Penentuan *sectioning* dilakukan karena mempunyai tingkat risiko dan konsekuensi yang tidak sama. Pada penelitian ini, dibagi menjadi tiga segmen yaitu pipa *riser*, *offshore* dan *onshore*.
3. Pemberian skor indeks dan faktor konsekuensi

   Masing-masing indeks dari empat indeks tadi diberikan skor sesuai kondisi dan data yang didapat.Pemberian skor sesuai ketentuan danpetunjuk pada buku *pipeline risk assessment* dan metode perusahaan.
4. Penjumlahan skor indeks (PoF) dan konsekuensi(CoF)

   Setelah pemberian skor indeks sesuai segmen yang telah ditentukan maka setiap indeks dan nilai konsekuensi dijumlahkan.

Risiko didefinisikan sebagai kombinasi antara *probability of failure* (PoF) dan *consequence of failure* (CoF) sesuai dengan **Persamaan 1** berikut ini.

$$Risk = PoF \times CoF$$

(**Pers. 1**)

Dengan:

Risiko : Kemungkinan terjadinya peristiwa yang dapat merugikan perusahaan, atau bahaya yang dapat terjadi akibat sebuah proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang akan datang.

Probabilitas : Kemungkinan terjadinya peristiwa per satuan waktu,biasanya dalam satu tahun.

Konsekuensi : Seberapa besar tingkat kerusakan yang diakibatkan karena adanya bahaya.

Pada analisis risiko kebakaran atau ledakan dalam penelitian ini menggunakan metode penilaian Dow's F & EI bertujuan untuk mengetahui luasan area terkena dampak kebakaran atau ledakan, jumlah hari kerja yang hilang sampai kepada kerugian finansial yang akan diterima perusahaan. Metode Dow's F & EI dipilih karena metode ini dapat dengan mudah dipelajari serta menghasilkan data yang mudah dipahami oleh manajemen perusahaan. Selain itu, metode ini sudah diterapkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang menghitung analisis risiko dari suatu kebakaran atau ledakan.

Penentuan Langkah Mitigasi

Pembuatan usulan rekomendasi mitigasi risiko kebocoran dilakukan setelah proses analisis dan evaluasi dengan menggunakan metode ETA dan metode Muhlbauer selesai dilaksanakan. Berdasarkan tingkat risiko yang dihasilkan akan dapat dengan mudah untuk mengambil tindakan lanjutan yang dapat dijadikan masukan sistem mitigasi PT.X, sehingga tujuan utama pencegahan kecelakaan untuk mengurangi kemungkinan dan menunjang kelancaran operasi minyak dan gas bumi melalui pipa transmisi dapat tercapai serta tidak berkembang menjadi tingkat risiko yang lebih tinggi.

Perancangan sistem pencegahan dan pengendalian ini mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku dan berkaitan dengan objek penelitian.Salah satunya yaitu Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 mengenai keselamatan kerja pipa transmisi minyak dan gas bumi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

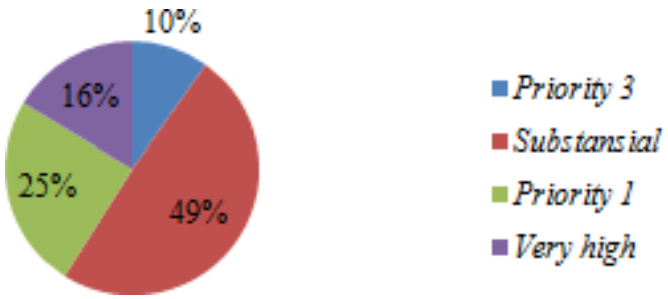
Hasil Identifikasi Bahaya dengan Metode JHA, Fine, dan ETA

Proses identifikasi risiko yang dilakukan di PT.X didapatkan dengan melakukan observasi dilapangan *onshore,* wawancara pekerja berpengalaman lebih dari 5 tahun bekerja dibidang *pipeline*, serta telaah data sekunder yang kemudian dalam proses mengidentifikasi kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan pipa dengan menggunakan metode *Job Hazard Analysis*, Fine dan *Event Tree Analysis*.

Hasil identifikasi bahaya menggunakan metode kombinasi JHA dan Fine untuk mengetahui tahapan proses tiap kegiatan, bahaya, risiko serta upaya pengendalian dapat dianalisis secara semi kuantitatif dengan menggunakan parameter tingkat risiko. Pada penelitian ini membahas dua kegiatan yang berkaitan dengan operasional distribusi minyak mentah dari A *platform* menuju S terminal menggunakan pipa transmisi 18 inci, yaitu tahapan

kegiatan operasional distribusi yang terdiri dari tiga sub kegiatan dan kegiatan *maintenance.*

Berdasarkan hasil identifikasi didapatkan tingkat risiko *priority* 3 sebesar 10% tingkat risiko untuk risiko pada rentang 20-70, tingkat risiko selanjutnya sebesar 49% untuk *substansial* dengan rentang 70-180, tingkat risiko *priority* 1 sebesar 25% untuk rentang 18-350, terakhir 16% untuk rentang *very high* yaitu tingkat risiko lebih dari 350. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tingkat risiko *substansial* memiliki persentase tertinggi diikuti *priority* 1, *very high* dan *priority* 3. Tingginya level risiko *very high* menunjukkan perlunya dilakukan tindakan penanganan secepatnya dan mengharuskan dilakukan secara teknis untuk mengurangi tingginya tingkat risiko pada tahapan kegiatan kerja. Apabila tidak segera dilakukan tindakan pengamanan dapat memberikan dampak bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan besar. Perbandingan persentase tingkat risiko ditunjukkan pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Persentase perbandingan tingkat risiko

Hasil identifikasi bahaya JHA dan Fine pada proses kegiatan yang memiliki tingkat risiko paling tinggi (*very high*) adalah pada proses *steady state normal operation* yang dapat menyebabkan risiko terjadinya kebocoran pada *valve*, *vessel*, pipa dan kerusakan *fuel gas scrubber*. Tahapan selanjutnya dari analisis identifikasi bahaya adalah melakukan analisis event pada ringkat risiko tertinggi (*very high*) lanjutan menggunakan metode *event tree analysis*.

Penilaian identifikasi bahaya dilakukan dengan menggunakan metode ETA karena mampu memberikan pendekatan terstruktur dan ketat serta mengambarkan tentang hubungan sebab akibat secara deduktif. Namun perlu dilakukan identifikasi *Initiating Event* dan semua peristiwa penting yang berkontribusi atau *pivotal events* dengan tepat sehingga tidak terjadi kesalahan dalam menggunakan metode identifikasi *Event Tree Analysis*.

Pada kasus kegagalan pipa mengakibatkan kebocoran dapat terkendali apabila, dilakukan inspeksi secara berkala pada jalur pipa distribusi mampu mengatasi permasalahan korosi internal pada bagian dalam pipa dengan mendeteksi menggunakan metode *intelligent pigging*, kemudian pembersihan *pipeline* dengan *pigging* mampu membersihkan kotoran yang

akan mengganggu aliran fluida di dalam pipa. Selain itu upaya pengendalian yang dapat dilakukan yaitu mengetahui, memahami dan melaksanakan prosedur kerja yang telah dibuat perusahaan sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan.

Risiko kerusakaan *fuel gas scrubber* tentu akan mengganggu berjalannya proses *maintenance* pipa, sehingga perlu dilakukan pengendalian berupa pelatihan atau program *training* bagi operator, pemeriksaan dan perawatan peralatan secara berkala, serta memahami prosedur kerja terkait pengoperasian *fuel gas scrubber*. Tindakan pencegahan dapat dilakukan dengan melakukan monitoring secara langsung, pemeriksaan dan perawatan peralatan secara berkala, serta memahami prosedur kerja yang telah dibuatperusahaan.

Tindakan pengendalian bagi risiko pencemaran lingkungan yang terjadi akibat pembuangan emisi dari proses. Pengendalian dapat dilakukan dengan melakukan pengawasan atau monitoring pada proses pembuangan emisi untuk memastikan buangan tersebut tidak kontak langsung dengan lingkungan, menyediakan penampung emisi yang memadai, serta meningkatkan pemahaman prosedur kerja terkait.

Hasil Analisis Risiko dengan Metode Muhlbauer

Penilaian Risiko dilakukan pada setiap segmen pipa transmisi sepanjang ± 22 km berdasarkan metode Muhlbauer dengan melakukan pengolahan data operasional di lapangan sehingga dapat diketahui nilai probabilitas dan nilai konsekuensi untuk ketiga segmen pipa yang dianalisis. Setelah nilai faktor probabilitas dan nilai konsekuensi untuk setiap segmen pipa diketahui maka nilai risiko diperoleh dengan mengalikan kedua nilai faktor probabilitas dan nilai konsekuensi. Adapun hasil analisis risiko untuk setiap segmen pipa dijelaskan sebagai berikut.

Analisis Probabilitas

Probabilitas kegagalan (*Probability of Failure*, PoF) atau faktor potensi bahaya pada jalur pipa transmisi minyak dikelompokkan berdasarkan beberapa bahaya besar yang ditemukan selama periode operasional pipa.

Penentuan kemungkinan kegagalan pipa dianalisis berdasarkan parameter kerusakan pipa dengan mempertimbangkan bobot masing-masing bahaya yang terjadi dengan sistem *scoring* yang digunakan didasarkan pada metode Muhlbauer (2004). Adapun hasil analisis keempat faktor probabilitas untuk setiap segmen pipa dijelaskan sebagai berikut.

1. Faktor Kerusakan oleh Pihak Ketiga (*Third Party Damage Index*)

Kerusakan oleh pihak ketiga merupakan faktor kemungkinan risiko yang berasal dari

segala aktivitas yang dilakukan oleh pihak ketiga atau diluar kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan pipa yang berpotensi menimbulkan bahaya pada sistem perpipaan. Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa PoF pada segmen *onshore* mendapatkan hasil terendah yaitu 9 poin. Hasil penilaian tersebut menunjukkan tingkat risiko pada faktor kerusakan oleh pihak ketiga dapat digolongkan berisiko tinggi, hal ini sesuai dengan teori penentuan bobot dimana semakin rendah skor nilai yang didapatkan maka semakin rendah pula tingkat keamanan dengan kata lain berisiko tinggi adanya gangguan oleh pihak ketiga terhadap sistem perpipaan.

2. Faktor Kerusakan oleh Korosi (*Corrosion Index*)

   Korosi didefinisikan sebagai kerusakan dari material yang bisaanya adalah material logam melalui reaksi dengan lingkungan. Berdasarkan hasil penilaian didapatkan bahwa nilai probabilitas (PoF) pada segmen *riser* mendapatkan hasil terendah yaitu 10,58 poin. Hasil penilaian tersebut menunjukkan besarnya risiko pada faktor korosi dapat diklasifikasikan berisiko tinggi, hal ini sesuai dengan teori penentuan bobot dimana semakin rendah skor nilai yang didapatkan maka semakin rendah pula tingkat keamanan dengan kata lain berisiko tinggi adanya korosi.

3. Faktor Kerusakan oleh Desain (*Design Index*)

   Pemberian skor pada faktor desain merupakan penilaian potensi bahaya yang telah diidentifikasi dan dikategorikan sebagai akibat hubungan antara desain awal pipa dengan proses pengoperasian apakah telas sesuai dengan persyaratan desain. Berdasarkan hasil penilaian didapatkan bahwa nilai probabilitas (PoF) pada segmen *onshore* mendapatkan hasil terendah yaitu 12,55 poin. Hasil penilaian tersebut menunjukkan besarnya risiko segmen *onshore* dapat dipengaruhi dari perbedaan bobot antara jenis pipa *onshore* dan *offshore* dimana melihat kondisi area yang dapat mempengaruhi perbedaan besarnya gangguan yang berasal dari faktor desain.

4. Faktor Kerusakan oleh Kesalahan Operasi (*Incorrect Operation Index*)

   Faktor kesalahan operasi dapat dikategorikan sebagai potensi bahaya yang disebabkan oleh kesalahan ataupun kelalaian operasional yang dapat mempengaruhi keselamatan sistem perpipaan. Berdasarkan hasil penilaian didapatkan bahwa nilai probabilitas (PoF) setiap segmen mendapatkan hasil yang sama dikarenakan tinjauan yang sama sehingga didapatkan skor sebesar 22,5 poin. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perusahaan telah melakukan upaya pengendalian risiko kesalahan operasi dengan sangat baik. Hal ini terlihat dari beberapa aspek penilaian yang telah terpenuhi yaitu melakukan pengawasan kondisi sistem perpipaan, memantauan tekanan operasi telah

dilakukan secara rutin sehingga kemungkinan terjadinya tekanan melampaui MAOP tidak dapat terjadi, dan upaya lainnya.

Analisis Konsekuensi

Konsekuensi kegagalan (*Consequences of Failure*, CoF) ditentukan berdasarkan parameter risiko yang diterapkan perusahaan yang disesuaikan pada konsekuensi kebocoran metode Muhlbauer dengan mempertimbangkan bobot masing-masing faktor risiko dari setiap kemungkinan yang terjadi dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan pipa transmisi. Penilaian aspek ini diharapkan mampu mencegah kesalahan dalam pengoperasian yang dapat mengakibatkan kebocoran pipa, kerusakan peralatan, kehilangan produksi, dan risiko lain yang tidak diinginkan dengan mengetahui besaran risiko masing- masing faktor. Adapun hasil analisis keempat faktor konsekuensi untuk setiap segmen pipa dijelaskan sebagai berikut.

1. Faktor Keselamatan (*Safety*)

   Faktor keselamatan merupakan penilaian konsekuensi yang berfokus pada tingkat gangguan keamanan pekerja dan masyarakat jika pipa mengalami kebocoran.Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa risiko tertinggi dengan skala 4 (*moderate*) berada pada segmen pipa dengan risiko keselamatan dapat menyebab cidera ringan pada pekerja yang berada dekat dengan jalur pipa dan dapat menghentikan pekerjaan secara permanen.

2. Faktor Kesehatan (*Healthy*)

   Konsekuensi kesehatan terhadap pekerja dan masyarakat menunjukkan seberapa besar tingkat gangguan kesehatan yang ditimbulkan jika pipa mengalami kebocoran. Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa risiko tertinggi dengan skala 5 (*minor*) berada pada keseluruhan segmen pipa. Skala tersebut menunjukkan besaran risiko kesehatan yang akan diterima pekerja dan masyarakat jika terjadi kebocoran pada jalur pipa. Konsekuensi kesehatan pada pekerja dapat menyebabkan sakit ringan atau mengalami gangguan fungsional namun secara medis bisa ditangani, sedangkan risiko kesehatan pada masyarakat dapat menyebab penyakit ringan yang tidak membutuhkan perawatan medis.

3. Faktor Lingkungan (*Environment*)

   Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa risiko tertinggi dengan skala 1 (*catastrophic*) berada pada segmen pipa *riser* dan *offshore.* Besarnya risiko kerusakan lingkungan akibat kebocoran pipa dapat menurunkan kualitas perairan dan biota laut.

4. Faktor Aset (*Asset*)

   Berdasarkan hasil penilaian diketahui bahwa risiko tertinggi dengan skala 2 (*severe*) berada pada segmen pipa *riser* dan *onshore.* Skala tersebut menyatakan besarnya risiko kerugian yang diterima perusahaan akan mengakibatkan hilangnya aset atau kerusakan fasilitas yang parah, *downtime* yang signifikan, dampak ekonomi yang cukup besar dengan kerugian > $ 100 jita tetapi < $ 1 miliar. Hal ini berdasarkan banyaknya fasilitas perusahaan yang berada di area produksi berdekatan dengan jalur pipa transmisi.

Evaluasi Hasil Analisis Risiko

Analisis risiko dilakukan untuk mengetahui besarnya tingkat risiko yang terjadi pada jalur pipa transmisi minyak mentah. Penilaian risiko berdasarkan metode Muhlbaeur diperoleh dari pemberian skor pada masing-masing segmen pipa untuk setiap parameter yang kemudian akan dikalikan dengan bobot masing-masing sehingga akan didapatkan nilai faktor probabilitas kegagalan (PoF). Faktor konsekuensi (CoF) diperoleh berdasarkan pemberian skala masing-masing faktor yang berpengaruh sesuai dengan metode yang diterapkan perusahaan. Setelah nilai faktor probabilitas kegagalan dan faktor konsekuensi telah diketahui maka nilai risiko diperoleh dengan mengalikan kedua nilai faktor tersebut.Hasil perhitungan risiko dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Hasil perhitungan risiko

Parameter	Segmen *Riser*	Segmen *Offshore*	Segmen *Onshore*
Faktor Probabilitas (PoF)			
Kerusakan oleh pihak ketiga (40%)	13,6	9,7	9
Korosi (30%)	10,58	10,83	12,58
Desain (15%)	14,45	14,45	12,55
Kesalahan operasi (15%)	22, 5	22, 5	22, 5
Total PoF	14, 15	12, 52	12, 62
Faktor Konsekuensi (CoF)			
Keselamatan	4	5	4
Kesehatan	5	5	5
Lingkungan	2	1	4
Aset	3	3	2
Total CoF	14	15	15
Risiko (PoF x CoF)	198,1	177,38	189,3

Berdasarkan hasil analisis Dow's F & EI pada jaringan pipa transmisi minyak mentah memiliki nilai Dow's F & EI sebesar 113,168 dengan kategori *intermediate.* Nilai Dow's F & EI dapat dikonversi menjadai nilai radius pajanan dengan mengalikannya dengan faktor pengali 0,84, dengan demikian didapatkan radius pajanan sebesar 95,061 ft. Nilai tersebut dapat diartikan jika terjadi ledakan atau kebakaran pada pipa transmisi minyak mentah berada pada radius 95,061 ft dari titik tengah pipa *onshore* akan terkena dampak dari bahaya tersebut.

Usulan Rekomendasi Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan tindakan untuk menghilangkan potensi bahaya atau mengurangi probabilitas kegagalan pada pipa.Pengendalian risiko dapat dilakukan secara teknik/ rekayasa *engineering* dan manajemen. Usulan rekomendasi untuk mengurangi potensi risiko berkaitan dengan faktor kemungkinan kegagalan diantaranya sebagai berikut:

1. Faktor Kerusakan oleh Pihak Ketiga

   Salah satu pengendalian risiko pada pipa terkait kerusakan oleh pihak ketiga dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat sekitar jalur pipa, hal ini dapat dimasukan ke dalam program *Corporate Social Responsibility* (CSR) perusahaan.

2. Faktor Korosi

   Salah satu strategi yang harus dilakukan jika ditemukan faktor korosi internal sebagai penyebab kebocoran *pipeline* adalah dengan melakukan inspeksi menggunakan metode *intelligent pigging* secara berkala.*Intelligent pigging* merupakan teknik inspeksi yang digunakan untuk mendeteksi korosi internal dan memonitor kondisi bagian dalam *pipeline*.Sedangkan salah satu upaya mitigasi dalam pencegahan faktor korosi eksternal dapat dilakukan dengan metode pelapisan pipa (*coating*).*Coating* merupakan lapisan penutup yang digunakan untuk melindungi pipa dari kontak langsung dengan lingkungan.

3. Faktor Desain

   Pencegahan risiko pada faktor desain dapat dilakukan dengan melakukan uji stabilitas perairan dan pergerakan tanah pada jalur pipa. Walaupun lokasi area jalur pipa berada di pulau Kalimantan yang memiliki kondisi tanah dan perairan relatif stabil atau tidak terjadi pergerakan, masih dirasa perlu dalam melakukan pengujian tersebut.

4. Faktor Kesalahan Operasi

   Kegiatan pengendalian risiko yang telah dilakukan perusahaan perlu dipertahankan

atau bahkan ditingkatkan dalam menjaga keselamatan sistem perpipaan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan adalah dengan memberikan *training* yang dilengkapi dengan metode *test* atau ujian kompetensi pada akhir sesi pelatihan kepada setiap operator operasional pipa transmisi.

Usulan rekomendasi untuk mengurangi risiko ledakan maupun kebakaran di PT. X diantaranya sebagai berikut:

1. Pembebasan lahan sejauh 28 meter (dihitung dari pipa transmisi) dengan melakukan pemindahan tempat atau relokasi area yang terkena dampak ledakan seperti *marine storage*, pos keamanan, dan *fuel pump*. Sedangkan untuk area proses yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pemindahan tempat dapat dilakukan pengendalian secara isolasi area dengan penambahan *blast wall* yang berfungsi sebagai *barrier*.
2. Penggunaan perangkat lunak pemodelan ledakan yang memiliki spesialisasi keselamatan dan manajemen risiko, salah satunya dengan menggunakan *Risk in Early Design* (RED).

Meningkatkan pengawasan terutama di area proses terhadap berbagai potensi sumber api.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan kombinasi metode JHA dan Fine didapatkan potensi risiko bahaya tertinggi pada proses kegiatan yang memiliki tingkat risiko paling tinggi (*very high*) adalah pada proses *steady state normal operation* yang dapat menyebabkan risiko terjadinya kebocoran pada *valve, vessel*, pipa dan kerusakan *fuel gas scrubber*. Komponen risiko yang paling besar memberikan kontribusi terhadap kemungkinan kegagalan jalur pipa transmisi minyak 18 inci dari A *platform* sampai S terminal adalah faktor kerusakan oleh pihak ketiga. Hasil tersebut berasal dari rendahnya poin yang didapatkan pada hasil *scoring* yang menunjukkan adanya risiko kegagalan jalur pipa dari gangguan pihak ketiga.

Segmen pipa yang paling berisiko untuk mengalami kegagalan yang menyebabkan kebocoran paling tinggi adalah pada segmen pipa *offshore*. Pihak manajemen perusahaan harus memperhatikan dan mengawasi secara lebih seksama pada seluruh segmen pipa, sehingga dapat melakukan tindakan mitigasi risiko secara cepat apabila terjadi kebocoran pipa.

Analisis risiko ledakan atau kebakaran dengan metode Dow's F&EI pada pipa transmisi minyak mentah memiliki nilai sebesar 113,168 dengan klasifikasi bahaya menengah (*intermediate*).

DAFTAR PUSTAKA

Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 tentang Keselamatan Kerja Pipa Transmisi Minyak dan GasBumi.

KLHK (2018): *Laporan Tim Penanganan Kejadian Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Teluk Balikpapan Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Pasir Utara, Provinsi Kalimantan Timur.* Jakarta

Kolluru, R. V., Bartell, S. M., Robin, M. P., (1996): Risk Assessment and Management Handbook. New York: McGraw-Hill Inc.

Kwestarz, Malgorzata. (2017): The Application of W.Kent Muhlbauer's Model For The Risk Assessment of District Heating Networks. *International Journal of Mechanical and Civil Engineering* **14(3)**, 65-73.

Muhlbauer, W. Kent. (2004): Pipeline Risk Management Manual: Ideas, Technique, and Resource. Burlington USA: Gulf professional publishing.

OSHA 3071 (2002): Job Hazard Analysis-Occupational Safety and Health Administration. *https://www.osha.gov.osha3071.pdf* Akses tanggal 13 April 2018.

Purba, L., Salami, I. R. S., & Rahardyan, B. (2016). PEMILIHAN METODE IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISIS RESIKO SERTA PENERAPANNYA MENGGUNAKAN AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) DI INDUSTRI MANUFAKTUR. Jurnal Teknik Lingkungan, 23(1), 22-31.

Rosyid, D., M, Muhammad Y Jamil & Wahyudi. (2017): Risk Assessment of Onshore Pipeline in Gresik Area. *International Journal of Offshore and Coastal Engineering.***1(1)**, 29-34

Satriyani, K. (2017): *Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko Pada Pengeboran Minyak PT. X di Sumatera Selatan*. Tesis. Institut Teknologi Bandung

Sidik, A. A., & Damanhuri, E. (2012). STUDI PENGELOLAAN LIMBAH B3 (BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN) LABORATORIUM LABORATORIUM DI ITB. Jurnal Teknik Lingkungan, 18(1), 12-10.

Zadasti, L., Nordin Yahaya, Alireza Valipour, Ahmad Safuan A. Rashid & Norhazilan Md Noor. (2017): Review on the Identification of Reputation Loss Indicators in an Onshore Pipeline Explosion Event. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. S0959-4230(16)30382-5