

Kajian Pengelolaan Kecelakaan Kerja Industri Minyak dan Gas Lepas Pantai (*Offshore*) dengan Metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

Assessment Of Occupational Accident Management of The Oil and Gas Offshore Industry Using Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Method

Sutoto Ari Murtopo^{1*)} Rachmi Layina Chimayati^{2*)}

¹PT. Semabada Karya Mandiri, Jawa Barat

²Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Baturaja

Correspondent Author : ari.murtopo@yahoo.com ; rachmi.layina@gmail.com

ABSTRACT

As a company engaged in the oil and gas industry, this industry is always faced with very high risks and dangers. These hazard risks, if not managed properly, can cause losses, accidents or disasters to humans, materials, equipment and the environment around the work area.

The application of technology in the oil and gas industry can have a dangerous impact on human safety, the impact of environmental pollution and damage to technology and equipment. Risk analysis and identification must be carried out especially on offshore platforms by identifying the risk of potential accidents that result in emergency conditions. The industrial sector was a disaster-prone activity so it was necessary and obliged to implement disaster management properly. Examples of sources of disaster in industry are gas leaks from offshore platforms such as hydrocarbons and H₂S, oil spills due to underwater pipeline leaks, as well as fires and explosions that occur from splashing drilled wells.

The industrial sector was a disaster-prone activity so it is necessary and obliged to implement disaster management properly. Examples of sources of disaster in industry were gas leaks from offshore platforms such as hydrocarbons and H₂S, oil spills due to underwater pipeline leaks, as well as fires and explosions that occur from splashing drilled wells.

Mitigation that can be done to reduce the risk of accidents or incidents was to improve work systems such as improving standard operating procedures (SOPs) specifically in the offshore facilities area, then assigning several special personnel to verify all work documents, and conducting socialization and training to supervisors for improvement. work management through workforce schedule planning that was integrated with the central system.

Keywords: Hazard, Risk, Mitigation, Offshore.

ABSTRAK

Sebagai perusahaan yang bergerak di industri bidang minyak dan gas, industri ini selalu dihadapkan dengan risiko dan bahaya yang sangat tinggi. Risiko – risiko bahaya tersebut jika tidak mendapatkan pengelolaan yang baik maka dapat menimbulkan kerugian, kecelakaan maupun bencana baik terhadap manusia, bahan, peralatan maupun lingkungan sekitar wilayah kerja.

Penerapan teknologi didalam industri minyak dan gas dapat membawa dampak bahaya terhadap keselamatan manusia, dampak pencemaran lingkungan dan kerusakan pada teknologi dan peralatan. Analisis dan indentifikasi risiko wajib dilakukan khususnya di anjungan lepas pantai dengan mengidentifikasi risiko kemungkinan potensi kecelakaan yang berakibat terjadinya kondisi darurat.

Sektor industri merupakan kegiatan yang rawan bencana sehingga perlu dan wajib menerapkan manajemen bencana dengan baik. Contoh sumber timbulnya bencana di industri misalnya akibat kebocoran gas di anjungan lepas pantai seperti hidrokarbon dan H₂S, tumpahan minyak karena kebocoran pipa bawah laut, serta kebakaran dan peledakan yang bersadal dari percikan semburan sumur bor.

Mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya risiko kecelakaan atau kejadian adalah dengan memperbaiki sistem kerja seperti memperbaiki standar operasional prosedur (SOP) khusus di area offshore facilities, kemudian menetapkan beberapa personel khusus untuk verifikasi seluruh dokumen kerja, dan melakukan sosialisasi dan pelatihan kepada supervisor untuk peningkatan pengelolaan pekerjaan melalui perencanaan jadwal tenaga kerja yang terintegrasi dengan system pusat.

Kata kunci: Bahaya, Mitigasi, Resiko, Offshore

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kepulauan yang dikelilingi lautan yang mengandung cadangan gas dan minyak terbesar di dunia. Sumber -sumber gas dan minyak tersebut tersebar di beberapa wilayah kepulauan di Indonesia, seperti Aceh, Kepulauan Riau, Natuna, Kalimantan Timur, Jawa, Sulawesi, dan Irian.

Proyek industri minyak dan gas selain membutuhkan investasi modal besar, industry ini juga mempunyai beberapa potensi - potensi resiko yang sangat tinggi, keterlibatan banyak pihak, kompleksnya teknologi yang digunakan dan dampak lingkungan yang menjadi ancamannya

Sebagai perusahaan yang bergerak di industri bidang minyak dan gas, industri ini selalu dihadapkan dengan risiko dan bahaya yang sangat tinggi. Risiko – risiko bahaya tersebut jika tidak mendapatkan

pengelolaan yang baik maka dapat menimbulkan kerugian, kecelakaan maupun bencana baik terhadap manusia, bahan, peralatan maupun lingkungan sekitar wilayah kerja.

Berbagai macam bahaya dapat timbul akibat adanya kegiatan operasi perusahaan di sektor migas (Dwi Septalita, 2018).

Risiko didefinisikan sebagai peluang atau kemungkinan terjadinya atau kegagalan yang dapat menyebabkan sebuah konsekuensi buruk atau negative dalam bentuk kehilangan, kerusakan, cedera dan bahkan kematian bagi personel, fasilitas, dan lingkungan (Rosyid dan Jamil, 2017). Potensi bahaya atau yang disebut hazard terdapat hamper di seluruh tempat kerja (Adiguna, Juniani, dan Nugroho, 2017).

Risiko kerja dapat timbul akibat adanya kegiatan industry dalam proses produksi yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja

merupakan kondisi yang tidak dapat diduga dan diluar control yang dapat mengganggu suatu aktivitas. Risiko dapat diminimalisir dengan menyusun kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja (Rusba et al., 2019). Identifikasi risiko dapat dilakukan melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja (Ihsan, Edwin, dan Octavianus Irawan, 2017).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat resiko kecelakaan dan penilaian tingkat prioritas insiden.

BAHAN DAN METODE

Metodologi penelitian yang akan digunakan adalah penelitian deskriptif yang bersifat observasional yakni mendapatkan data primer dengan melakukan wawancara dengan Offshore Installation Manager (OIM) beserta jajarannya dibagian produksi dan pemeliharaan, selain melakukan wawancara juga dilakukan observasi langsung di tempat kerja mengenai identifikasi kecelakaan kerja dan insiden yang berpotensi terjadinya keadaan darurat serta cara penanganannya di fasilitas Offshore.

Menurut Sugaintara dan Basuki, 2019. Objek penelitian ini menentukan tingkat resiko dengan mengidentifikasi kegiatan dan insiden yang memiliki potensi menimbulkan kondisi darurat dengan metode identifikasi bahaya dan penilaian resiko. Selanjutnya analisis kegiatan terhadap bahaya dikembangkan dengan menggunakan metode *Failure mode effect and analysis* (FMEA). Adapun tahapan yang akan dilakukan yakni terdiri dari :

1. Meninjau langsung proses kegiatan
2. Melakukan brainstorming potensi bahaya terjadinya kecelakaan kerja dari moda kegagalan potensial
3. Merangkum potensi bahaya yang ditimbulkan untuk setiap kecelakaan kerja

4. Memberikan peringkat *Severity* untuk setiap potensi bahaya (besarnya efek potensial) (Tabel.1)
5. Menetapkan peringkat *Occurrence* (Probabilitas kegagalan akan terjadi) (Tabel.2)
6. Menetapkan peringkat *Detection* (probabilitas masalah terdeteksi sebelum kemunculan bahaya) (Tabel.3)
7. Menhitung Risk Priority Number (RPN) untuk setiap aktifitas kegiatan
8. Memprioritaskan aktifitas kegiatan pekerjaan yang mempunyai nilai RPN tertinggi untuk dilakukan tindak lanjut
9. Memprioritaskan aktifitas kegiatan pekerjaan yang memiliki nilai RPN juga sebagai dasar penentuan keputusan dalam menentukan strategi perbaikan jangka panjang.

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan :

S = *saverity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Tabel 1. Peringkat *Severity*

Tkt	Dampak	Akibat luka
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan pada individu tersebut	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktifitas	Dirawat lebih dari 12 jam dnegan luka pecah pembuluh dara, hilang ingatan hebat, kerugian besar.
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas

		dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset, keseleo/terkilir	Jarang	Alat oengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
5	Dampak yang diterima sedang (tidak bisa beraktifitas 1-2 hari)	Retak/patah ringan, kram atau kejang	Sangat Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
4		Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)	Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
3	Dampak diterima kecil (individu masih ikut dalam aktivitas)	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan	Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores	Agak Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
1	Tidak terdampak	Terkena potongan dan tergigit serangga	Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3

Sumber : (Wang, Chin, Poon, & Yang, 2009)

Tabel 2. Peringkat *Occurrence*

Probabilitas Kejadian	Tingkat Kejadian	Nilai
Sangat tinggi dan tidak bisa dihindari	>1 : 2	10
	1 : 3	9
Tinggi dan sering terjadi	1 : 8	8
	1 : 20	7
Sedang dan kadang terjadi	1 : 80	6
	1 : 400	5
Rendah dan relatif jarang terjadi	1 : 2.000	4
	1 : 15.000	3
Sangat rendah dan hampir tidak pernah terjadi	1 : 150.000	2
	1 : 1.500.000	1

Sumber : (Wang, Chin, Poon, & Yang, 2009)

Tabel 3. Peringkat *Detection*

Deteksi	Kemungkinan Terdeteksi	Nilai
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9

Sangat Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir Pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

Sumber : (Wang, Chin, Poon, & Yang, 2009)

HASIL

Berdasarkan hasil indentifikasi terhadap beberapa aktivitas pekerjaan yang dilakukan di area produksi, maka ditetapkan identifikasi aktivitas yang dianggap dapat menimbulkan kecelakaan kerja.

Tabel 4. Identifikasi Resiko Bahaya yang Ditimbulkan Kegiatan Offshore

No.	Aktivitas	Bahaya
1	Kebocoran Hidrokarbon	Resiko kebakaran, ledakan, dan radiasi panas,
2	Kebocoran Gas Beracun H2S	Resiko keracunan, terganggunya indra penciuman, bersifat karsinogenik
3	Kebocoran pipa bawah laut	Kehilangan Asset, pencemaran lingkungan laut.
4	Semburan liar sumur (well blow out)	resiko terluka, kebakaran dan ledakan flash fire
5	Orang jatuh di laut	Resiko kematian, resiko trauma
6	Cuaca ekstrim	Kerusakan asset, personil terjebak, pekerjaan tertunda
7	Human error	Kerusakan asset, resiko terluka
8	Tumpahan bahan kimia	Resiko terbakar, kulit terluka, dan pencemaran lingkungan

PEMBAHASAN

Dari kegiatan penelitian yang dilakukan secara observative ini didapatkan Kegiatan pekerjaan Offshore CPP - Upper Compression Module ke dalam 10 aktivitas kerja. Selanjutnya dilakukan identifikasi

kegiatan tersebut dan dilanjutkan dengan menentukan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection* untuk digunakan sebagai data hasil kuesioner, maka diperoleh nilai S,O,D dan (*Risk Priority Number*) RPN (Tabel 5). Berdasarkan hasil pengolahan data identifikasi menggunakan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) maka diperoleh nilai RPN tertinggi yaitu pada Semburan liar sumur (well blow out) dengan nilai 192 dengan pengertian memiliki risiko tinggi terhadap aktifitas potensial terjadinya kecelakaan kerja dan efek yang ditimbulkan. Untuk itu aktivitas ini mempunyai risiko kecelakaan kerja tertinggi pada pekerjaan yang dilakukan di Offshore Facilities.

Tahap selanjutnya yaitu penentuan tindakan mitigasi risiko terhadap aktivitas yang mempunyai nilai (*Risk Priority Number*) RPN tertinggi, dari hasil identifikasi mitigasi risiko tersebut dijadikan hasil data untuk meminimalkan terjadinya risiko (Tabel 6).

Tabel 5. Nilai SOD dan RPN

No	Aktivitas	S	O	D	RPN	Rate
1	Kebocoran Hidrokarbon	10	4	2	80	4
2	Kebocoran Gas Beracun H2S	10	4	1	40	7
3	Kebocoran pipa bawah laut	8	3	4	96	3
4	Semburan liar sumur (well blow out)	8	6	4	192	1
5	Orang jatuh di laut	10	4	3	120	2
6	Cuaca ekstrim	6	9	1	54	5
7	Human error	4	3	4	48	6
8	Tumpahan bahan kimia	3	2	4	24	8

Beberapa kegiatan yang menimbulkan resiko bahaya seperti 1. Kebocoran pipa bawah laut bisa terjadi di lokasi jalur pipa bawah laut yang terhubung antara WHPA, WHPB dan CPP. Kebocoran pipa bawah laut ini dapat dideteksi dari AUP Ruang Kendali dengan cara memantau penurunan tekanan pipa, pemantauan secara visual seperti terlihat adanya genangan minyak pada air laut. Kemungkinan pipa bocor ini dapat disebabkan karena adanya degradasi pipa seperti korosi, terkena erosi air laut, umur pipa, kegagalan desain maupun cacat material, jalur pipa tertimpa jangkar, permukaan dasar laut yang tidak rata, bergesernya jalur pipa karena endapan lumpur yang keluar dari muara Sungai. Kejadian ini bisa berdampak terhadap kehilangan minyak dan gas, mencemari lingkungan laut dan komplain dari masyarakat nelayan.

Kebocoran gss berpotensi terjadi dilokasi WHPA, WHPB, CPP dan AUP Risiko yang terjadi dari kebakaran hidrokarbon adalah kebakaran dan ledakan dan akan bisa berlanjut menjadi lingkaran api. Dampaknya berpotensi pada resiko terluka bakar pada pekerja dan luka akibat ledakan, mencul radiasi panas, dan asap. Rusaknya Instalasi di sekitar kebakaran, radiasi panas dapat mengganggu evakuasi, api dan gas dapat mengganggu penglihatan di *control room*, serta adanya potensi minyak yang terbakar tumpah ke laut. Kemungkinan penyebab kebakaran ini antara lain degradasi (korosi, erosi, umur), kegagalan desain dan cacat material, kejatuhan benda saat pengangkatan barang dengan crane

Kecelakaan orang jatuh ke laut memungkinkan terjadi di fasilitas offshore mengingat kegiatan seperti transfer air tawar dan bahan bakar merupakan kegiatan rutin operator. Pencegahan yang sudah dilakukan adalah peraturan kewajiban personil untuk memakai alat pelindung diri seperti jaket penyelamat (Work vest) saat berada di dek terbawah dari platform.

Dampak dari semburan dari sumur ini adalah potensi personil terluka karena

kekurangan oksigen, jika semburan menimbulkan percikan api menyala maka akan berpotensi ledakan yang sifatnya Flash Fire dan Jet Fire, Gas yang keluar sendiri berpotensi masuk dalam Ruang Kendali dan menimbulkan asap. Kemungkinan penyebab semburan sumur adalah degradasi (korosi, erosi, umur), desain dan cacat material, kejatuhan benda saat pengangkatan barang dengan crane, kegagalan BOP (Blow Out Preventer). Kegiatan pengeboran dengan kemungkinan terjadinya semburan liar dari sumur yang tidak terkontrol bisa terjadi di WHPB. Potensi kejadian semburan sumur memiliki kemungkinan terjadi selama kegiatan pengeboran berlangsung di platform\

Cuaca yang ekstrim yang terjadi menimbulkan resiko pekerja terisolasi, personil yang tinggal dibawah platform mungkin akan terjebak, kegiatan operasional sehari-hari tertunda karena personil terisolasi untuk menyelamatkan diri, proses mobilisasi transfer personil/ pergantian pekerja terhenti, evakuasi orang sakit terhambat. Penyebab Utama kejadian ini adalah cuaca ekstrim di musim tertentu dengan kecepatan angin yang melebihi 30 knot serta ketinggian ombak yang mencapai lebih dari 2 meter.

Tumpahan Bahan Kimia berpotensi terjadi tumpah ke laut atau ke area kerja. Hal ini dapat menyebabkan pekerja terluka akibat tumpahan bahan kimia yang dapat mengiritasi kulit. Selain itu tumpahan bahan kimia ini dapat mencemari lingkungan laut. Kemungkinan penyebab utama kejadian ini terjadi ialah kerusakan kemasan, korosi di sistem penyimpanan bahan kimia dan jug akibat kesalahan manusia

Tabel 6. Mitigasi Resiko

No.	Temuan	Mitigasi
1	Operator kurang sadar akan SOP dan kurangnya pemahamannya menangani pekerjaan semacam ini sebelumnya	Melakukan pelatihan dan mengembangkan sistem (misal Instruksi Kerja, Daftar Periksa) Untuk menilai atau menugaskan personel sebelum melaksanakan pekerjaan
2	Tidak Lengkapnya data verifikasi Paket Kerja	Tetapkan personel khusus bidang (ex. Coordinator Workpack) untuk memverifikasi semua dokumen pendukung yang tercantum dalam daftar Workpack telah selesai.
3	Tidak Ada Metode Pernyataan dan / atau Tidak Ada Prosedur Kerja dalam Paket Kerja	Menetapkan beberapa personel khusus (mis. Coordinator Workpack) untuk memastikan Prosedur Kerja tersedia dalam Paket Kerja.
4	Kurangnya waktu istirahat dan pergantian personil	Melakukan Sosialisasi untuk memberi pengarahan singkat kepada semua Supervisor untuk peningkatan lebih lanjut dalam mengelola pekerjaan, seperti: a. Perencanaan dan penjadwalan tenaga kerja b. Pengaturan kerja harus diidentifikasi, diverifikasi, dan dikelola dengan

	baik.
--	-------

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat 8 aktivitas umum dalam pekerjaan di industry minyak dan gas lepas pantai (Offshore) yang mempunyai potensial risiko yang dapat terjadi disebabkan oleh

1. Hasil Identifikasi potensi kejadian dan kecelakaan didalam kegiatan operasional, non operasional, dan di sekitar fasilitas offshore menunjukkan beragam risiko dan tingkatan kejadian dan kecelakaan di fasilitas offshore. Hasil tersebut tersebut akan bermanfaat bagi perusahaan dalam menentukan tindakan prioritas yang di ambil sebelum, saat, dan setelah kejadian sebagai bagian tindakan dalam manajemen krisis dan bencana di perusahaan.
2. Beberapa Potensial risiko yang terjadi disebabkan karena kurangnya keterampilan yang dimiliki oleh pekerja yang tidak mempunyai sertifikasi keahlian. Sedangkan hasil perhitungan terhadap nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu pada Semburan liar sumur (well blow out) dengan nilai RPN sebesar 192
3. Mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya risiko kecelakaan atau kejadian adalah dengan memperbaiki sistem kerja seperti memperbaiki standar operasional prosedur (SOP) khusus di area offshore facilities, kemudian menetapkan beberapa personel khusus untuk verifikasi seluruh dokumen kerja, dan melakukan sosialisasi dan pelatihan kepada supervisor untuk peningkatan pengelolaan pekerjaan melalui perencanaan jadwal tenaga kerja yang terintegrasi dengan system pusat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, P., Juniani, A. I., & Nugroho, A. (2017). Teknik Identifikasi Bahaya Dan Pengendalian Resiko Pada Panggung Gas Osigen PT Aneka Gas Industri V. Seminar K3, 1(1), 77–81.
- Dwi Septalita, E. (2018). Kecelakaan Kerja Di Area Pengeboran Minyak Dan Gas Tahun 2012 - 2016. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health, 7(1), 52
- Ihsan, T., Edwin, T., & Octavianus Irawan, R. (2017). Analisis Risiko K3 Dengan Metode Hirarc Pada Area Produksi Pt Cahaya Murni Andalas Permai. Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas, 10(2), 179–185.
<https://doi.org/10.24893/jkma.v10i2.204>
- Rosyid, D. M., & Jamil, M. Y. (2017). Risk Assessment of Onshore Pipeline in Area Gresik. International Journal of Offshore and Coastal Engineering, 1(1), 29–34.
- Rusba, K., Hardiyono, H., AL, J. E., Siboro, I., Pongky, P., & Tobarasi, I. (2019). Implementasi Keselamatan Kerja Pada Pembuatan Area Drilling Rig Dengan Pendekatan Task Risk Assesment (Studi Kasus: Pada XYZ Indonesia Di Kalimantan Timur). Jurnal Public Policy, 5(2), 123–133.
- Sugiantara, Ketut. dan Basuki Minto. 2019. Identifikasi Dan Mitigasi Risiko Di Offshore Operation Facilities Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya 5(2) 87-92.
- Wang, Y.-M., Chin, K.-S., Poon, G. K. K., & Yang, J.-B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. Expert Systems with Applications, 36(2), 1195–1207.

