

IMPLEMENTASI *TECHNOLOGICAL RISK ANALYSIS* DALAM ANALISIS RISIKO KEGIATAN *RIG MOVE-OUT WITHOUT SHUTDOWN* DI PT X

Irwan Mangatur Victor¹, Zulkifli Djunaidi², M. Fauzan Guciano³

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia^{1,2}, Operation Surface Facility Sr.Engineer, PT X³
irwan.mangatur@ui.ac.id¹, zulkifli.djunaidi@ui.ac.id², guciano@gmail.com³

ABSTRACT

PT X, an oil and gas company that operates mature fields with sensitive wells prone to shutdown, therefore efforts are needed to reduce any shutdown of wells including during rig move out (RMO) which require complete platform shutdown (Risk Analysis). There is no proven method for risk analysis to justify RMO without shutdown activities. Therefore Risk Assessment using a scenario-based Technological Risk Assessment (TRA) method was chosen considering activities have low-frequency but catastrophic/disastrous consequences. TRA is carried out by applying 5 steps of Risk Analysis, namely; Hazard Identification, Preliminary Risk Assessment, Detailed Risk Analysis, Risk evaluation using the ALARP (As Low As Reasonably Practicable) approach and establishing an action plan and implementation of Risk Reduction Measures. Initial risk assessment using fault tree and even tree model provides outcome frequency and consequence which in 6x6 risk matrix plot still showing risk level 1 (unacceptable) for flash fire and delayed pool fire scenarios. A detailed risk analysis is then carried out using the Fault Tree, Event Tree, and Consequence analysis method by identifying mitigations that can be applied involving various related entities which are expected to reduce the frequency. By preparing mitigation measures to prevent or reduce the likelihood of an incident occurring, all scenarios in TRA are at risk level 2 (yellow) with ALARP risk reduction measures. The results of the TRA have been used by the Management of PT X to carry out offshore RMO activities without shutting down the platform/well which is the first time since Mahakam operation.

Keywords : event tree, fault tree, hazard, major risk, rig move, scenario based, technological risk assessment, quantitative risk assessment

ABSTRAK

PT X merupakan perusahaan MIGAS yang mengoperasikan lapangan yang telah *mature* dimana sumur sangat sensitif terhadap kebutuhan *shutdown*, untuk itu diperlukan upaya untuk mengurangi kebutuhan *shutdown* termasuk pada kegiatan *rig move out (RMO)* yang dari analisis risiko membutuhkan *platform shutdown*. Belum ada metode yang teruji untuk analisis risiko pada kegiatan RMO, untuk itu penilaian risiko dengan metode *Technological Risk Assessment (TRA)* berbasis skenario dipilih dikarenakan aktivitas berfrekuensi rendah dengan tingkat konsekuensi pada kategori *catastrophic/disastrous*. TRA dilakukan dengan menerapkan 5 langkah analisis risiko yaitu; *Hazard Identification, Preliminary Risk Assessment, Detailed Risk Analysis*, Evaluasi risiko dengan pendekatan ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*) dan menetapkan *action plan* dan implementasi dari *Risk Reduction Measures*. Penilaian risiko awal dengan pendekatan *fault tree* dan *even tree* model memberikan *outcome frequency* dan *consequence* yang pada plot matriks risiko 6x6 menunjukkan risiko level 1 (*unacceptable*) untuk skenario *flash fire* dan *delayed pool fire*. Analisis risiko detail kemudian dilakukan (*risk level 1*) dengan metode analisis *Fault Tree, Event Tree*, dan *Consequence* dengan mengidentifikasi mitigasi yang bisa diterapkan melibatkan berbagai entitas yang terkait yang kemudian diharapkan menurunkan frekuensi sehingga semua skenario masuk ke *risk level 2 (tolerable/ALARP)*. Dengan menyiapkan langkah-langkah mitigasi untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya insiden (*likelihood of occurrence*) maka seluruh skenario dalam TRA berada pada *risk level 2 (kuning)* dengan langkah-langkah pengurangan risiko ALARP. Hasil dari TRA telah dipakai oleh Manajemen PT X untuk melakukan kegiatan RMO pada kegiatan pengeboran di lepas pantai tanpa mematikan anjungan/sumur yang menjadi pertama kali pada operasi di Mahakam.

Kata Kunci : Analisis Risiko Kuantitatif, Analisis Risiko Berbasis Teknologi, Anjungan Lepas Pantai, Berbasis Skenario, Identifikasi Bahaya, Risiko Utama, Pergerakan Rig

PENDAHULUAN

PT X adalah perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi dengan wilayah kerja di Kalimantan Timur tepatnya di area delta Mahakam dan lepas pantai yang telah beroperasi sejak tahun 2018 setelah sebelumnya wilayah kerja ini dikelola sejak 1976 oleh perusahaan asing asal Perancis. Berdasarkan *annual report* PT.X tahun 2020, rata-rata produksi dari lapangan ini adalah gas sebanyak 551 juta *cubic feet* per hari (*MMSCFD*) dan minyak sebanyak 25000 barel per harinya (*BPD*) (PT.X, 2020).

Seiring dengan semakin tuanya lapangan Mahakam yang telah beroperasi lebih dari 45 tahun, kebutuhan untuk mencegah laju penurunan produksi dan kehilangan potensi sumur yang semakin sensitif menjadi sangat penting. Kegiatan operasi pengeboran di anjungan lepas pantai yang sejatinya bertujuan untuk menjaga angka produksi dengan adanya sumur baru ternyata berdampak juga terhadap penurunan produksi dan potensial sumur ada karena kebutuhan *shutdown* anjungan dan sumur produksi untuk aktivitas *rig move* disebabkan oleh risiko keselamatan proses dan lingkungan yang tinggi mengacu pada aturan perusahaan MHK-COMP-EP-RUL-FP-0450 Rev 0 Rule 10 dimana seluruh fasilitas produksi di platform (wells, pipeline, process facility, dll) harus dimatikan secara total saat kegiatan *rig move* (PT.X, 2018a). Total LPO yang ditimbulkan bisa mencapai lebih dari 2.04 bcf gas dan 95 ribu barel oil/kondensat atau setara 159 milyar rupiah untuk operasi *Rig Move Out* Q3-2019 – Q4 2020.

Diperlukan upaya analisis risiko yang lebih komprehensif agar bisa melihat kemungkinan optimisasi kegiatan *shutdown* akibat kegiatan operasi pengeboran, terutama kegiatan *rig move* yang sesuai dengan analisis risiko dan aturan perusahaan (sejak awal operasi) mengharuskan

penghentian produksi dan depresurisasi total dari fasilitas produksi pada platform yang didatangi rig. Kebutuhan PT.X menghentikan produksi (*shutdown*) dapat dilihat di tabel 1.

Sebelumnya belum ada metode yang teruji dan sistematis dalam melakukan analisis risiko pada kegiatan *Rig Move Out without Shutdown* di area lepas pantai Mahakam, seluruh aktivitas pengeboran di wilayah kerja Mahakam selalu mengharuskan *production shutdown* saat kegiatan *rig move in* dan *rig move out* dimana merupakan hasil dari analisis risiko yang dilakukan dalam setiap tahapan kegiatan *rig move out* seperti yang ditambahkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan *Shutdown Platform* saat Kegiatan *Rig Move Out*

<i>Rig Move Out activity</i>	<i>Duration</i>	<i>S/D requirement</i>		
		<i>Without Risk Assessment</i>	<i>With Risk Assessment</i>	<i>RMO without S/D</i>
<i>Skidding rig cantilever in</i>	5 hrs	Yes	No	No
<i>Jack down to 6m draft</i>	10 hrs	Yes	No	No
<i>Free 1/3 legs</i>	18 hrs	Yes	No	No
<i>Stop pulling legs; ramp down and depress pipeline to 4 barg</i>	8 hrs	Yes	Yes	No
<i>Pull free 2/3 legs</i>	20 hrs	Yes	Yes	No
<i>Move to 200m</i>	2 hrs	Yes	Yes	No
<i>Reposition AHT</i>	4 hrs	Yes	Yes	No
<i>Move off location until 500m</i>	2 hrs	Yes	Yes	No
<i>Shutdown duration</i>		69 hrs	36 hrs	0 hrs

Kemungkinan untuk melakukan perubahan moda operasi dengan menjaga produksi saat kegiatan *rig move out* diharapkan bisa menjaga keberlangsungan produksi dan mengurangi jumlah *shortfall*. Tentunya perubahan moda operasi ini harus dilaksanakan dengan mengedepankan aspek keselamatan terlebih analisis risiko dari kegiatan pengeboran (*rig move*) yang merupakan *major risk* dimana memiliki risiko yang sangat tinggi dan konsekuensi yang dihadapi perusahaan bukan saja berakibat pada gangguan pada kegiatan pengeboran dan operasi di lapangan namun dapat menghentikan laju bisnis perusahaan secara menyeluruh akibat dari kerugian yang ditimbulkan baik aspek keselamatan fasilitas (adanya hidrokarbon yang terkait dengan api dan ledakan), aspek keselamatan pekerja di rig, dan aspek lingkungan jika terjadi pencemaran.

Berdasarkan data kejadian kecelakaan yang berhubungan dengan kegiatan *rig move* di dunia yang dilaporkan pada sistem database *Synergi* pada tahun 2004 – 2013 adalah sebanyak 151 kasus yang dikategorikan menjadi insiden kegagalan dalam memposisikan rig (*positioning failure incident*) dan insiden penanganan jangkar (*anchor handling incidents*). Pada insiden kegagalan dalam memposisikan rig, kasus yang paling sering terjadi adalah informasi yang salah pada peta, kegagalan dalam memposisikan rig, dan error yang berhubungan dengan peralatan navigasi. Sementara itu, insiden penanganan jangkar meliputi tabrakan dengan kapal yang terlibat dalam operasi pemindahan rig dan penanganan jangkar di geladak (*deck*). Insiden yang berhubungan dengan penanganan jangkar ini menyebabkan sejumlah kerugian, yaitu dari 99 kasus menyebabkan 15 cedera pada personil dan sisanya menyebabkan kerusakan peralatan dan material, serta terhentinya proses bisnis hingga pencemaran lingkungan (Okstad et al., 2015). Untuk mencegah insiden tersebut maka dibutuhkan pendekatan *safety barriers* dalam *Rig Move Operation*.

Pendekatan yang dilakukan oleh perusahaan Minyak dan gas di Indonesia maupun internasional menggunakan pendekatan yang berbeda-beda dalam melakukan analisis risiko yang berujung pada kesimpulan yang berbeda akan kebutuhan untuk melakukan penghentian total dari proses dan produksi di anjungan lepas pantai/platform yang dikunjungi oleh Rig. Kecelakaan yang terjadi saat kegiatan pergerakan rig menuju dan keluar dari platform masih terjadi, seperti yang terjadi di platform Hyoil di lapangan camar di bawean, Jawa Timur ketika rig yang sedang bergerak masuk (*move-in*) miring dan menyenggol platform sehingga menimbulkan kebakaran (SKK Migas, 2020). Untuk itu tujuan dari studi ini ialah untuk melakukan analisis risiko yang *lebih comprehensive dan mengusulkan* langkah mitigasi tambahan yang diperlukan agar perubahan moda operasi saat kegiatan *rig move out* di PT X bisa dilaksanakan dengan kondisi anjungan tetap berproduksi dengan aman melalui pendekatan *Technological Risk Assesment*.

Technological Risk sendiri dikategorikan sebagai risiko yang terkait dengan bahan yang mudah terbakar, beracun, atau meledak yang ditangani atau diproses selama ekstraksi minyak dan gas, kegiatan pengolahan, penyimpanan, ataupun pengangkutan. Risiko-risiko ini berdampak pada individu dan masyarakat (secara langsung atau tidak langsung terlibat dalam kegiatan), lingkungan, integritas instalasi dan produksinya (Yanditia, 2017).

METODE

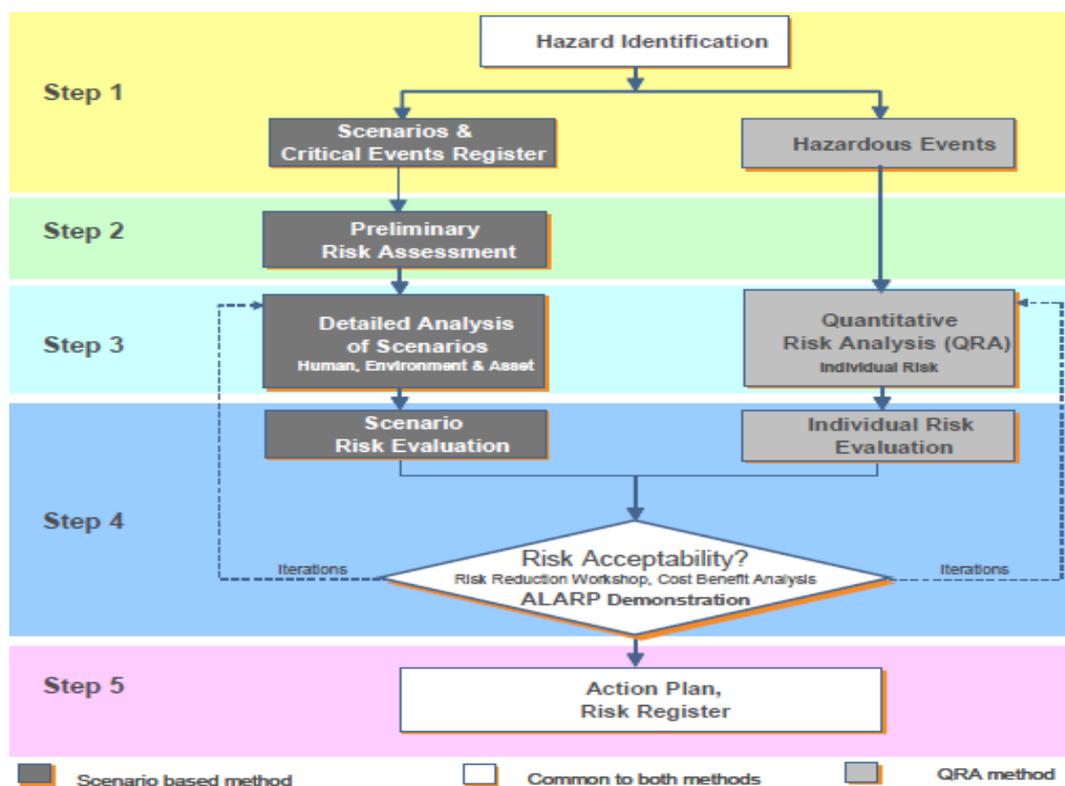
Penelitian ini dilakukan di PT.X yang berada di Kalimantan Timur pada bulan November 2021 – Februari 2022. Desain penelitian yang digunakan adalah *case study*. Objek dari penelitian ini adalah risiko kegiatan *Rig Move Out (RMO)* tanpa *Shutdown* di PT.X. Data penelitian diperoleh dari dokumen-dokumen perusahaan termasuk catatan kegiatan RMO, *scope of work* dari kegiatan RMO, data spesifikasi peralatan yang digunakan, dan dokumentasi

pendukung lainnya. Data tersebut dianalisis menggunakan *Technological Risk Assessment* berbasis skenario (*Scenario Based*).

Pemilihan skenario ini dikarenakan aktivitas *rig move out* merupakan aktivitas yang secara frekuensi rendah namun konsekuensi dari insiden dikategorikan *catastrophic* atau *disastrous*. Ini sesuai dengan aktivitas-aktivitas dikegiatan pengeboran (termasuk *rig move*) dimana probabilitas terjadinya insiden rendah namun konsekuensi jika terjadi sangat tinggi dan bisa mengganggu bahkan menghentikan laju operasi dan bisnis dari perusahaan.

Pendekatan ini tertuang dalam aturan perusahaan dari PT X MHK-COMP-SPE-EP-SAF-0041 (PT.X, 2018b).

Technological Risk Assessment melakukan pendekatan sistematis dan terukur untuk melakukan penilaian risiko yang didasarkan pada penetapan perencanaan, mitigasi dan prioritas langkah mitigasi yang harus dilakukan dengan berfokus pada aspek risiko yang tertinggi. Langkah dalam melakukan analisis risiko dengan pendekatan *Technological Risk Analysis* diilustrasikan pada Gambar 1 (Yanditia, 2017).



Gambar 1 Langkah Analisis Risiko berbasis *Technological Risk Analysis*

HASIL

Technological Risk Assesment dengan 5 langkah analisis risiko dilakukan pada skenario *rig move out without shutdown* di PT.X.

Hazard Identification.

Hazard Identification pada operasi *Rig Move Out* yang digunakan adalah HAZID, yang selain mengidentifikasi bahaya, juga

melakukan review penyebab dan mitigasi yang ada serta usulan mitigasi yang bisa diterapkan, dengan melibatkan berbagai entitas yang terkait seperti Operasi Produksi, *Marine*, *Drilling*, dan *Safety* untuk mendapatkan hasil yang komprehensif dengan menggunakan ISO 17776 (ISO 17776, 2000). Sebagai referensi pembuatan daftar identifikasi *hazard*. Review HAZID operasi *rig move* difokuskan pada 2 fasa

yaitu *Pull free remaining 2/3 legs rig dan Move from final position to soft pin area*.

Hazard yang teridentifikasi dari 2 fasa Operasi *Rig Move Out* ini antara lain, *Rig instability* dikarenakan *footprint* kaki rig dan atau cuaca, kelebihan beban *variable* dek serta kebocoran *hull*. *Rig uncontrolled movement* dikarenakan kegagalan AHTV, kegagalan sistem jangkar rig, kelalaian supervisi, kegagalan sistem *jacking*, kegagalan sistem *towing rig*, dan rig leg bracking bengkok. *Consequence* dari kedua *hazard* tersebut ialah posisi rig miring dan menabrak platform.

Penilaian Risiko Awal (Preliminary Risk Assessment).

Penilaian risiko awal sejatinya dilakukan untuk review semua skenario terkait berdasarkan matriks risiko (*consequence* dan *likelihood*) untuk selanjutnya dianalisis lebih detail untuk skenario *consequence catastrophic* dan *disastrous*. Berdasarkan HAZID yang telah dilakukan, telah teridentifikasi *hazard consequence* yang spesifik dari operasi *Rig Move Out* dan dikembangkan menjadi *Critical Event* “*Kebocoran Hidrokarbon* disebabkan *Impact Rig* ke *Platform* pada saat *Rig Move Out*”.

Langkah Penilaian Risiko Awal dimulai dengan pengembangan model skenario *critical event* yang teridentifikasi. Metode yang digunakan untuk pengembangan model skenario operasi *Rig Move Out* ini adalah *Fault Tree Analysis* yang selanjutnya dilengkapi dengan data dan asumsi untuk penentuan *release frequency*, menggunakan *guideline* ISO 17776 (ISO 17776, 2000). Hasil pengembangan skenario *Rig Move Out*

without *Shutdown* ini ditampilkan dalam Gambar 2.

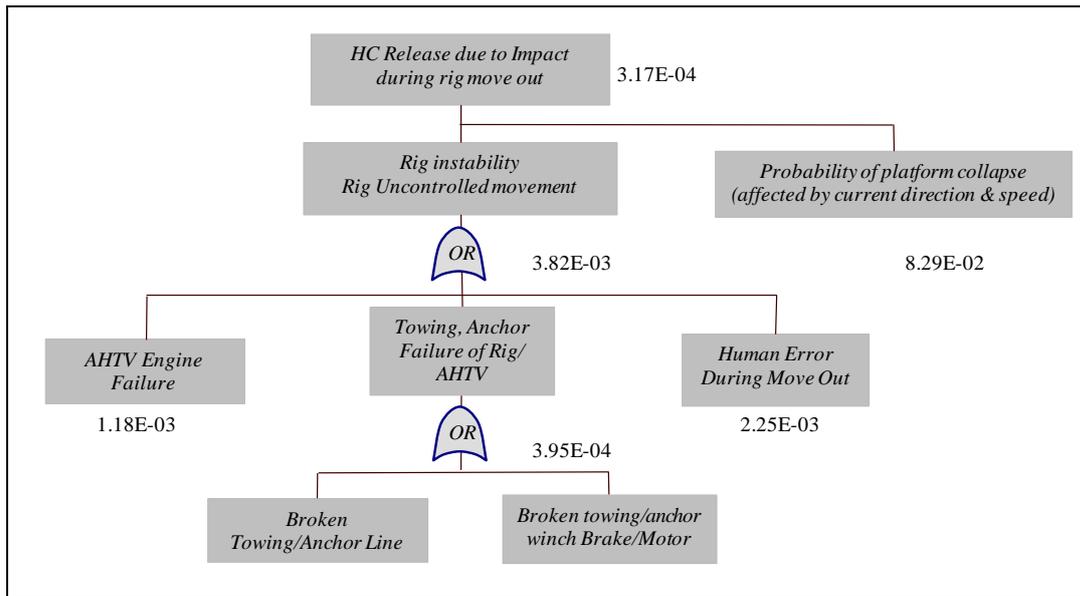
Release frequency yang didapat dari analisis *Fault Tree* kemudian diolah lebih lanjut dengan pendekatan analisis *Event Tree*, sesuai rekomendasi ISO 17776 (ISO 17776, 2000) untuk mendapatkan *outcome frequency* terkait kemungkinan kegagalan dan sukses *ignition*. Hasil analisis *Event Tree* untuk model *vapour release* dan *liquid release* disajikan pada gambar 3 dan gambar 4.

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis *consequence* untuk menentukan tingkat keparahan risiko pada *human*, *asset* dan *environment*. Hasil analisis *consequence* ditampilkan pada tabel 3.

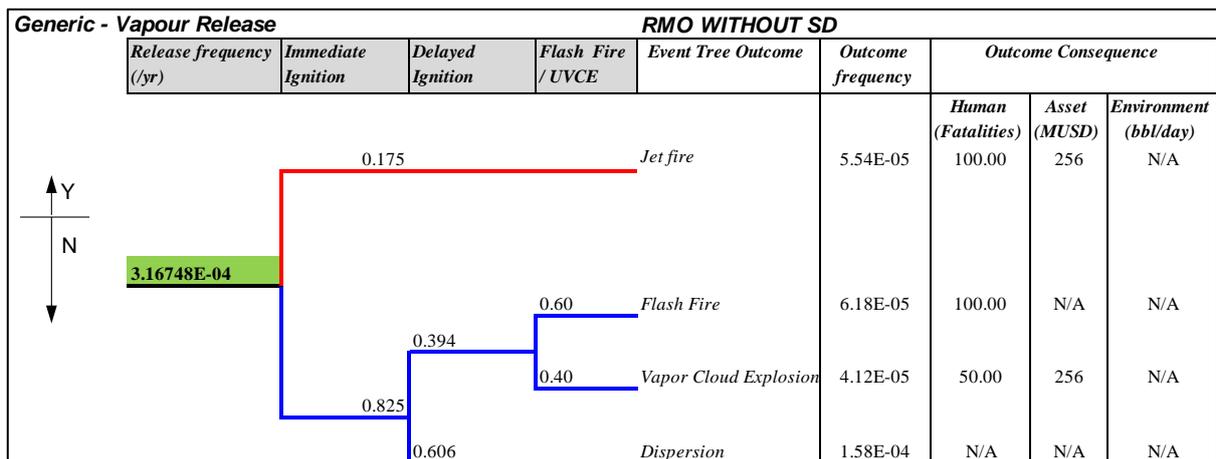
Tabel 2. Analisis Consequence Rig Move Out without Shutdown Penilaian Risiko Awal

	<i>Human (Fatalities)</i>	<i>Asset (MUSD)</i>	<i>Environment (bbl)</i>
<i>Jet Fire</i>	100	256	N/A
<i>Flash Fire</i>	100	60	N/A
<i>Vapor Cloud</i>	50	256	N/A
<i>Explosion</i>			
<i>Dispersion</i>	N/A	60	N/A
<i>Immediate</i>	100	256	N/A
<i>Pool Fire</i>			
<i>Delayed</i>	50	256	N/A
<i>Pool Fire</i>			
<i>Condensate Spill</i>	N/A	60	78

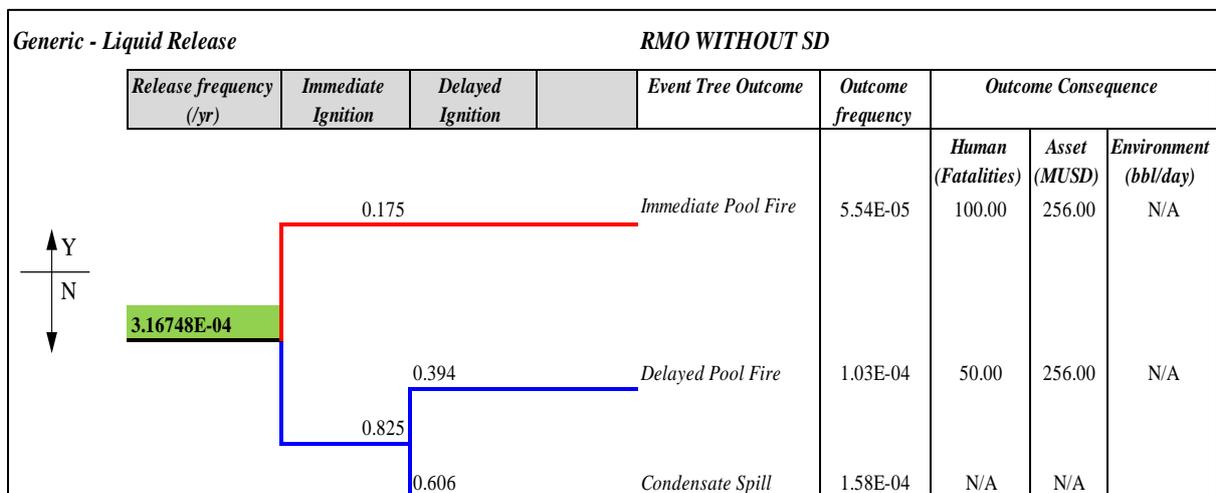
Kombinasi *outcome frequency* dan *consequence* yang telah dianalisis kemudian diplot dalam matriks risiko dan ditampilkan pada Gambar 5. Hasil Penilaian Risiko Awal menunjukkan bahwa operasi *rig move out without shutdown* masih berada pada Level 1 (unacceptable) untuk skenario *flash fire human*, *delayed pool fire human* dan *asset*.



Gambar 2. Fault Tree Model Rig Move Out without Shutdown Penilaian Risiko Awal



Gambar 3. Event Tree Model Vapour Release Rig Move Out without Shutdown Penilaian Risiko Awal



Gambar 4. Event Tree Model Liquid Release Rig Move Out without Shutdown Penilaian Risiko Awal

Human, Environmental, Material				Severity of Consequence					
				Minor	Moderate	Serious	Very Serious	Catastrophic	Disastrous
				1	2	3	4	5	6
Expected to occur several times during plant lifetime	Very Likely $> 10^{-1}$ per year	Likelihood of Occurrence	6	12	18	24	30	36	
Could occur several times during over plant lifetime	Likely $10^{-1} - 10^{-2}$ per year		5	10	15	20	25	30	
Could occur once for every 10 to 20 similar plants over 20 to 30 years of plant lifetime	Unlikely $10^{-2} - 10^{-3}$ per year		4	8	12	16	20	24	
One time per year for at least 1000 units. One time for every 100 to 200 similar plants in the world over 20 to 30 years of plant lifetime. Has already occurred in the company but corrective action has been taken	Very Unlikely $10^{-3} - 10^{-4}$ per year		3	6	9	12	15	18	
Has already occurred in the industry but corrective action has been taken	Extremely Unlikely $10^{-4} - 10^{-5}$ per year		2	4	6	8	10	12	
Event physically possible but has never or seldom occurred over a period of 20 to 30 years for a large amount of sites (> few thousands, etc: wagons, process drums...)	Remote $< 10^{-5}$ per year		1	2	3	4	5	6	

Definitions:		
Risk Level 3	Broadly acceptable risk level	
Risk Level 2	Tolerable risk level if demonstrated to be ALARP	★ TRA Result (one RMO activity)
Risk Level 1	First Priority, risk level to be obligatorily reduced to Level 2 or 3	

Gambar 5. Matriks Risiko Rig Move Out without Shutdown Penilaian Risiko Awal

Melakukan Detailed Risk Analysis (DRA).

Fase selanjutnya dalam TRA *Study Rig Move Out without Shutdown* adalah melakukan Analisis Risiko Detail pada skenario dengan tingkat keparahan *catastrophic* dan *disastrous*, terutama pada skenario yang risikonya masih di level 1 (*unacceptable*) berdasarkan hasil Penilaian Risiko Awal. Untuk TRA *Rig Move Out without Shutdown* ini, metode yang digunakan pada Analisis Risiko Detail sama dengan Analisis Risiko Awal, yang menggunakan analisis *Fault Tree*, *Event Tree*, dan *Consequence*, dengan data dan asumsi berbasis review lebih lanjut dengan melibatkan berbagai entitas yang terkait: Produksi Operasi, Marine, Drilling, dan Safety.

Ringkasan *update* pemodelan *Fault Tree* yang dilakukan pada Analisis Risiko Detail adalah:

1. Membagi skenario *Fault Tree* menjadi 2 stage: *rig uncontrolled movement* pada saat posisi *rig* masih dekat anjungan produksi dan setelah *rig* bergerak menjauh.
2. Memasukkan faktor probability anjungan kolaps setelah ditabrak *rig*.

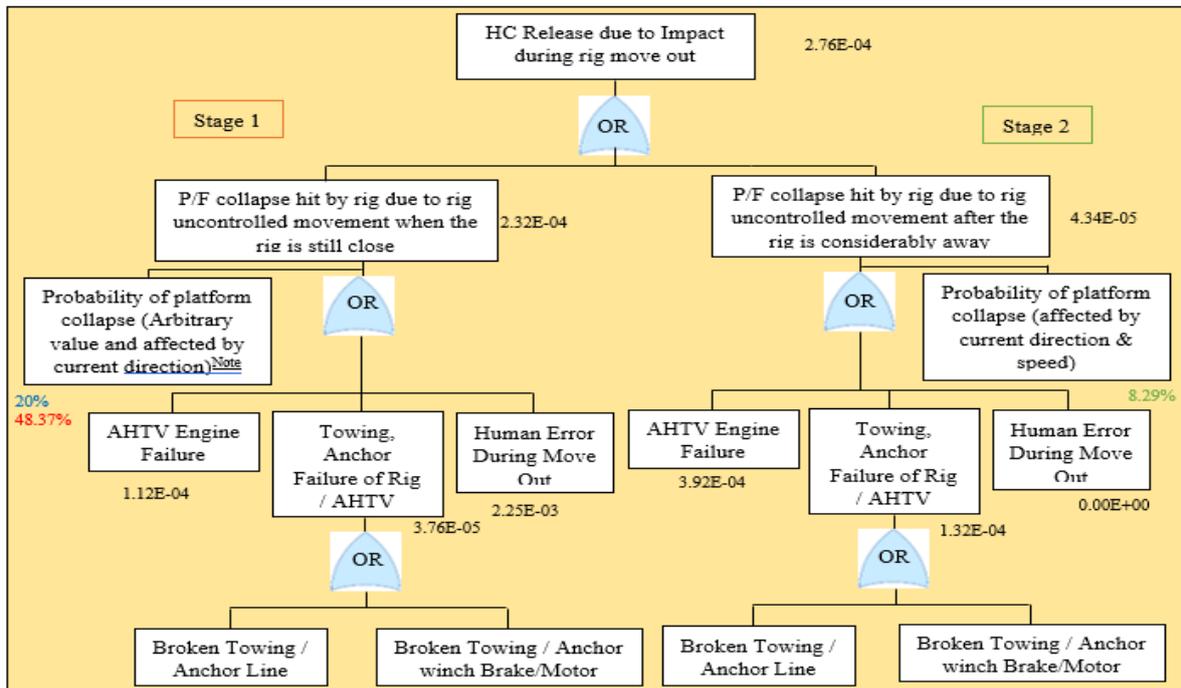
3. Memasukkan faktor distribusi arus laut berbasis kriteria desain *metocean*.

Hasil analisis *Fault Tree* di tahap Analisis Risiko Detail ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan *update* analisis *Fault Tree*, analisis *Event Tree* juga dilakukan *update* dan hasilnya ditampilkan di gambar 7.

Untuk tingkat keparahan (*severity*), tidak ada *update* analisis *consequence* di tahap Analisis Risiko Detail, masih mengacu hasil Penilaian Risiko Awal di tabel 3 dan Gambar 5. Hasil Analisis Risiko Detail ditampilkan dalam matriks risiko pada Gambar 8.

Berdasarkan hasil Analisis Risiko Detail, operasi *Rig Move Out without Shutdown* berada di level 2 (level risiko masih bisa ditoleransi jika didemonstrasikan ALARP / *As Low As Reasonably Practicable*) untuk skenario *flash fire* (human), *delayed pool fire*, *jet fire*, *immediate pool fire*, and *vapour cloud explosion* (VCE) pada tingkat keparahan *human* dan *asset*.

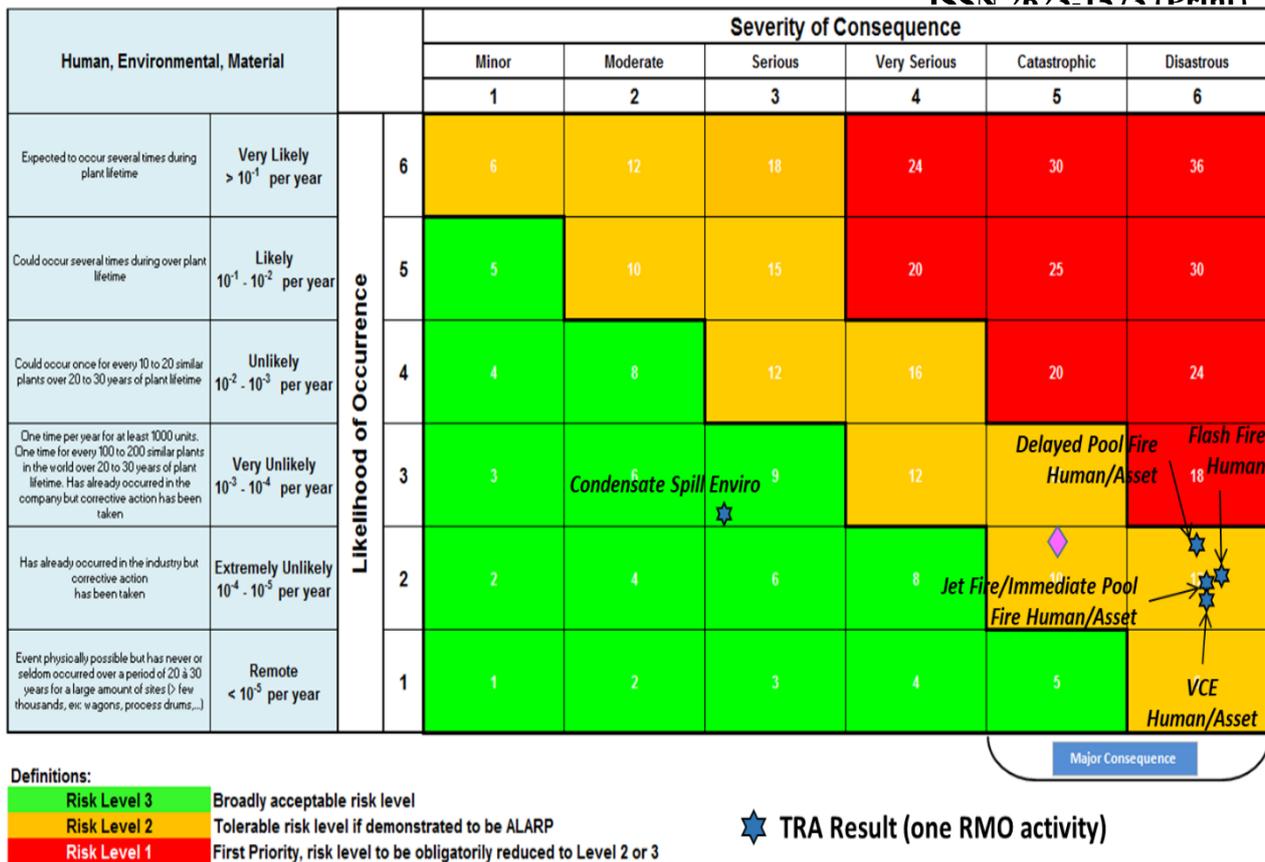
Analisis Risiko Detail



Gambar 6. Fault Tree Model Rig Move Out without Shutdown Analisis Risiko Detail

Generic - Vapour Release		RMO WITHOUT SD						
Release frequency (/yr)	Immediate Ignition	Delayed Ignition	Flash Fire / UVCE	Event Tree Outcome	Outcome frequency	Outcome Consequence		
						Human (Fatalities)	Asset (MUSD)	Environment (bbl/day)
2.76E-04	0.825	0.175	Jet fire	4.83E-05	100.00	256	N/A	
		0.60	Flash Fire	5.38E-05	100.00	N/A	N/A	
		0.394	Vapor Cloud Explosion	3.59E-05	50.00	256	N/A	
		0.606	Dispersion	1.38E-04	N/A	N/A	N/A	
Generic - Liquid Release		RMO WITHOUT SD						
Release frequency (/yr)	Immediate Ignition	Delayed Ignition	Flash Fire / UVCE	Event Tree Outcome	Outcome frequency	Outcome Consequence		
						Human (Fatalities)	Asset (MUSD)	Environment (bbl/day)
2.76E-04	0.825	0.175	Immediate Pool Fire	4.83E-05	100.00	256.00	N/A	
		0.394	Delayed Pool Fire	8.97E-05	50.00	256.00	N/A	
		0.606	Condensate Spill	1.38E-04	N/A	N/A	N/A	

Gambar 7. Event Tree Model Rig Move Out without Shutdown Analisis Risiko Detail



Gambar 8. Matriks Risiko Rig Move Out without Shutdown Analisis Risiko Detail

Melakukan Evaluasi Risiko dengan pendekatan ALARP.

Evaluasi risiko dengan pendekatan ALARP harus dilakukan untuk operasi Rig Move Out without Shutdown karena risikonya masih berada di level 2. Pendekatan ALARP dilakukan dengan workshop review bersama entitas terkait (Produksi Operasi, Marine, Drilling, Safety, dan Engineering) untuk memastikan operasi berada dalam level risiko yang dapat diterima. Berdasarkan hasil review, ada 3 mitigasi utama yang dibutuhkan untuk menjaga risiko operasi Rig Move Out without Shutdown berada dalam level ALARP:

- a. Menggunakan AHTS dengan kapasitas bollard pull berkekuatan penuh
- Analisis risiko yang telah dilakukan di langkah 2 dan 3 dilakukan dengan basis bahwa peralatan yang digunakan dalam operasi Rig Move Out dalam kondisi fit for service dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Review lanjutan dilakukan

dengan Rig MWS (Marine Warranty Surveyor) melalui Bollard Pull Calculation Study untuk menentukan konfigurasi AHTS yang dibutuhkan untuk operasi Rig Move Out without Shutdown. Hasil bollard pull study menunjukkan konfigurasi AHTS yang dibutuhkan adalah 1 x 120 MT dan 2 x 65 MT dengan contoh limitasi parameter metocean seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 3. Limitasi Parameter Metocean Tasha Rig Move Out without Shutdown

Case	Wave (m)	Wind (m/s / knot)	Current (m/s / knot)
1	1.5	12.5 / 25	0.45 / 0.9
2	1.4	9.5 / 19	0.8 / 1.6

- b. Memasang alat pengukur arus (current meter). Parameter arus laut menjadi parameter utama yang digunakan untuk mitigasi operasi Rig Move Out without Shutdown. Mengacu ke hasil bollard pull calculation study, operasi Rig Move Out without Shutdown hanya dapat dilakukan

dengan kecepatan arus di bawah parameter kriteria dan arus tidak mengarah ke anjungan produksi.

c. Memasang ekstensi sistem ESD dari anjungan produksi ke rig

Selama operasi *Rig Move Out without Shutdown*, personel di *Rig* harus mempunyai kendali sistem ESD untuk mematikan anjungan produksi sampai *Rig* berada di posisi aman. Dari hasil review, posisi aman yang disetujui adalah saat *Rig* berjarak 50 meter dari anjungan produksi. Untuk kendali ini, perlu dipasang ekstensi sistem ESD (*hardwired*) anjungan produksi ke *Rig* sampai posisi *Rig* di 50 meter. Kendali *shutdown* jarak jauh dari Control Room juga dijadikan sebagai back up dan perlu dipastikan integritasnya sebelum operasi.

Menetapkan action plan (langkah pencegahan) dan implementasi dari Risk Reduction Measures (Risk Treatment).

Langkah pencegahan dan risk reduction measures yang teridentifikasi dari TRA dan demonstrasi ALARP dikembangkan dalam bentuk RET (Risk Evaluation Template) yang meliputi menyiapkan kontrak AHTS 120 MT dan memastikan *acceptance* seluruh AHTS (1 AHTS 120 MT dan 2 AHTS 65 MT) untuk operasi *Rig Move Out*; memastikan peralatan *rig move* dilengkapi dengan valid sertifikasi, *record maintenance* dan inspeksi; menyiapkan *rig move procedure* untuk setiap *rig move*; memasang tambahan ekstensi sistem ESD (sampai *Rig* berjarak 50 meter dari anjungan produksi) dan melakukan tes simulasi; operasi *Rig Move Out* dilakukan mengikuti kriteria cuaca yang telah ditentukan; menyiapkan kontrak dan memasang alat pengukur arus (current meter) dengan personel yang dibutuhkan; membatasi *personnel on board* *Rig* pada saat operasi; memastikan ketersediaan *remote ESD* dari Control Room dan melakukan tes simulasi; menyiapkan *pre-move out checklist* yang mengecek seluruh mitigasi yang dibutuhkan *Rig Move Out without Shutdown* dan divalidasi oleh

Manajemen; dan *standby personnel* di anjungan produksi yang terkoneksi untuk men-depressurize perpipaan yang terkoneksi jika dibutuhkan.

Karena operasi *Rig Move Out without Shutdown* ini masih belum mengikuti aturan MHK-COMP-EP-FP-0450 yang berlaku, proses derogasi juga dilakukan dan divalidasi oleh Manajemen sebagai syarat *compliance* operasi.

PEMBAHASAN

Hasil TRA *study* untuk Area Lepas Pantai Mahakam ditunjukkan di Gambar 8. Hasil TRA *study* menunjukkan operasi *Rig Move Out* masih dalam tingkat keparahan paling tinggi (*Disastrous*) dimana risikonya masih bisa ditoleransi jika PT.X bisa membuktikan operasi dapat dilakukan secara ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*). Sebagaimana prinsip ALARP yaitu suatu risiko dapat diterima hanya jika mitigasi risiko memiliki dampak yang berarti atau jika biaya yang dikeluarkan tidak sepadan dengan perbaikan mitigasi yang didapatkan maka PT.X telah melakukan analisis *cost-benefit* untuk menentukan ALARP (Bai & Jin, 2016). ALARP ini berada antara batas bawah (risiko yang dapat diterima) dan batas atas (risiko yang tidak dapat diterima) toleransi seperti pada gambar 9.

Untuk pembuktian kondisi operasi ALARP, dibutuhkan tambahan mitigasi untuk memastikan kondisi operasi yang aman. Mitigasi tambahan tersebut dilakukan untuk mendapatkan risiko residual, yaitu nilai risiko yang tersisa setelah diterapkan pengendalian (Hughes & Ferrett, 2016; Purohit et al., 2018). Berdasarkan nilai risiko residual tersebut dapat ditentukan apakah suatu risiko sudah berada pada ALARP atau belum. Mitigasi yang disiapkan bersifat dinamis dan terintegrasi sehingga perlu dipastikan ketersediaan dan fungsinya. Hal ini sejalan dengan prinsip manajemen risiko yaitu dinamis dan perbaikan berkelanjutan. Dinamis berarti risiko dapat muncul,

berubah, atau menghilang saat konteks eksternal dan internal organisasi berubah. Manajemen risiko ini mengantisipasi, mendeteksi, mengakui, dan menanggapi terhadap perubahan dan kejadian tersebut dengan cara dan waktu yang tepat. Selanjutnya, mitigasi PT.X terhadap manajemen risiko ini juga berprinsip perbaikan berkelanjutan dimana mitigasi terus ditingkatkan melalui pembelajaran dan pengalaman (ISO 31000, 2018). Jika ada anomali di salah satu mitigasi maka operasi *Rig Move Out without shutdown* tidak bisa dilanjutkan.

Mitigasi pertama yang perlu disiapkan adalah kapal AHTS yang digunakan sebagai penyangga dan penahan utama Rig pada saat aktivitas *Rig move out*. Apabila kapal AHTS tidak mencukupi kebutuhan Rig atau terjadi kegagalan pada saat operasi, platform tetap harus dimatikan dan di-*depressurize* untuk memastikan keamanan operasi. Kebutuhan kapasitas AHTS *Rig Move Out* dianalisis melalui *Bollard Pull Study* yang dilakukan untuk setiap Rig dengan konfigurasi AHTS dan parameter metocean spesifik untuk area lepas pantai Mahakam. Berdasarkan *Bollard Pull Study* yang dilakukan untuk 2 Rig yang beroperasi di area lepas pantai Mahakam, konfigurasi dan kapasitas AHTS yang dibutuhkan adalah **1x120 MT + 2x65 MT**, berubah dari konfigurasi AHTS sebelumnya 3x65 MT jika *Rig Move Out* dilakukan dengan *shutdown*. Untuk operasi *Rig Move Out* ini, perlu disediakan kapal AHTS 120 MT sebagai mitigasi utama berlangsungnya operasi *without shutdown*.

Faktor kedua yang perlu diperhatikan untuk mitigasi operasi *Rig Move Out without shutdown* adalah parameter metocean kecepatan dan arah angin serta arus laut sesuai batas parameter yang dijadikan basis Rig *Bollard Pull Study*. Parameter metocean ini perlu dilakukan monitoring kontinu sepanjang operasi *Rig Move Out* untuk memastikan kondisi aktual masih di bawah batas kriteria parameter metocean yang digunakan. Jika tidak memenuhi batas parameter yang di

syaratkan dan atau arus laut mengarah ke anjungan produksi, operasi *Rig Move Out* dihentikan dulu atau jika perlu dilanjutkan dengan kondisi anjungan produksi *shutdown*. Monitoring kontinu parameter arah angin sudah dilakukan pada operasi *Rig Move Out* dengan *shutdown*. Untuk *Rig Move Out without shutdown* ini, dibutuhkan mitigasi tambahan monitoring arah dan kecepatan arus laut. Alat pengukur arah dan kecepatan arus laut dipasang di Rig sebelum operasi *Move Out* dengan *standby qualified* personel yang secara regular melaporkan hasil monitoring arah dan kecepatan arus laut serta jika ada anomali kepada Penanggung Jawab Operasi (RSES-D Rig) untuk diambil tindakan lebih lanjut demi memastikan operasi *Rig Move Out without shutdown* berjalan dengan aman.

Sebagai kontingensi jika terjadi anomali kondisi pada *Rig Move Out*, anjungan produksi harus bisa langsung dimatikan dan di perpipaan di-*depressurize* untuk mencegah terjadinya insiden *Disastrous* seperti yang ditunjukkan di peta risiko. Untuk kontingensi ini, perlu disiapkan ekstensi koneksi sistem ESD (*Emergency Shutdown*) anjungan produksi yang bisa diaktifkan dari Rig. Berdasarkan *review*, ekstensi koneksi sistem ESD disiapkan dalam bentuk kabel koneksi *hard-wired* yang panjang dan konfigurasi mengikuti pergerakan *Rig Move Out* sampai jarak aman yang disepakati antara Rig dan anjungan produksi sejauh 50 meter. Jika ekstensi koneksi sistem ESD ini gagal, sebagai *back-up*, juga tersedia fasilitas *remote shutdown* dari *Control Room* melalui telemetri sistem. Sistem ESD aktivasi ini baik yang berbentuk ekstensi koneksi *hard-wired* dan *back up* telemetri juga dilakukan tes simulasi untuk memastikan kehandalannya. Personil *standby* di anjungan produksi yang terkoneksi juga disiapkan untuk men-*depressurize* perpipaan koneksi antar anjungan saat dibutuhkan. Prosedur kontingensi juga disiapkan di *Rig Move Procedure* dan

prosedur khusus untuk *shutdown* anjungan produksi serta depressurize perpipaan antar anjungan sebagai pencegahan eskalasi insiden saat operasi *Rig Move Out*.

Semua mitigasi dan pengecekan lain yang dibutuhkan untuk operasi *Rig Move Out* without *shutdown* dikumpulkan dalam *Pre-Move Out checklist* yang dicek oleh penanggung jawab operasi di lapangan baik dari entitas Drilling dan Production Operation yang selanjutnya divalidasi oleh Manajemen sebelum melanjutkan operasi *Rig Move Out* without *shutdown*. Hal ini sesuai dengan standar *American Petroleum Institute (API) Recommended Practice 54* bahwa sebelum memulai operasi rig, harus dilakukan pengecekan dengan daftar inspeksi termasuk didalamnya pengecekan tekanan pada saluran dan peralatan (API, 2019).

Pengecekan aktual dan kontinu juga dilakukan selama operasi *Rig Move Out* yang jika ditemukan anomali atau deviasi dari mitigasi yang ditetapkan, operasi *Rig Move Out* harus dihentikan dahulu atau bahkan dilakukan dengan *shutdown* anjungan produksi. Langkah ini dilakukan untuk tetap memastikan operasi kritical ini tetap berada di level ALARP dan mencegah terjadinya insiden *Disastrous*. Komunikasi dan kerjasama tim yang efektif tersebut dalam mencegah insiden dan mengantisipasi perubahan risiko adalah hal yang krusial sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Rohman, Maidari, dan Ichwan (2020) bahwa peran pemimpin kapal dan awak kapal di *Rig Move* adalah mengetahui dan berhati-hati dalam setiap kondisi dan tindakan tidak aman yang dapat menyebabkan bahaya dan membuat keputusan yang cepat, efektif, dan aman (Rohman et al., 2020).

Selain untuk mencegah incidents, analisis TRA yang telah dilakukan oleh PT.X guna *Rig Move Out* tanpa menghentikan operasi sumur/anjungan juga untuk mengoptimisasi kegiatan pengeboran dan mengurangi biaya pengeboran. Hal ini juga ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Arnaout et.al (2017) bahwa optimisasi

Rig Move berpotensi dapat menghemat hingga 30% dari total waktu pemindahan rig per permindahan yang dipantau (Arghad et al., 2017).

KESIMPULAN

Penerapan penilaian risiko dengan TRA berbasis scenario (*Scenario based*) pada kegiatan *Rig move out without shutdown* di PT X telah berhasil membantu PT X untuk melakukan identifikasi seluruh risiko yang kemudian berfokus pada "Major Risk" dengan konsekuensi yang tinggi (*catastrophic* atau *disastrous*). Dengan melakukan pemetaan risiko dan perhitungan risiko (Gambar 8) PT X dapat menyiapkan langkah-langkah mitigasi sebagai bagian dari langkah antisipasi untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya insiden (*likelihood of occurrence*) sehingga seluruh scenario yang diidentifikasi dalam TRA berada pada risk level 2 (kuning) atau risiko yang bisa diterima dengan melibatkan langkah-langkah pengurangan risiko (ALARP). Langkah lanjut harus terus dilakukan oleh PT X untuk memastikan penerapan mitigasi yang bersifat dinamis ini terus dilaksanakan. Hasil dari TRA ini telah dipakai oleh Manajemen PT X untuk memutuskan melakukan kegiatan *Rig Move out* pada kegiatan pengeboran di lepas pantai Mahakam tanpa mematikan platform sama sekali (*withouth shutdown*), sehingga kebutuhan minimum 36 jam *shutdown* seperti hasil analisis risiko sebelumnya bisa dihindari dan saat ini seluruh kegiatan *Rig move out* di Perairan lepas pantai Mahakam telah menerapkan mitigasi dan hasil dari TRA ini sehingga pada tahun 2021 kegiatan *rig move-out* dilakukan tanpa mematikan platform (*Rig move-out without shutdown*).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen PT X yang sudah memberikan kesempatan bagi penulis ikut serta dalam studi, pelaksanaan dan ijin publikasi terkait pelaksanaan analisis risiko

untuk kegiatan *Rig Move Out without Shutdown* yang dilakukan oleh PT X sehingga setelah lebih dari 40 tahun dengan penerapan pendekatan *Technological Risk Assesment* dengan *scenario based* maka mitigasi yang diusulkan telah diterima untuk menurunkan *risk level* dari kegiatan *rig move out* ini ke *risk level 2* (ALARP).

DAFTAR PUSTAKA

- API. (2019). *Occupational Safety and Health for Oil and Gas Well Drilling and Servicing Operations* (Issue February). American Petroleum Institute. https://www.api.org/-/media/Files/Publications/RP-54_e4.pdf
- Arghad, A., Heber, M., Wolf-Zollner, P., & Thonhauser, G. (2017). A New Method for Rig Move Optimization – Case Study on Moving Land Rigs. *Oil Gas European Magazine*, 28–30.
- Bai, Y., & Jin, W.-L. (2016). *Marine Structural Design*. Elsevier.
- Hughes, P., & Ferrett, E. (2016). *Introduction to Health and Safety in Construction* (Fifth). NEBOSH.
- ISO 17776. (2000). *Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment*.
- ISO 31000. (2018). *A Risk Practitioners Guide to ISO 31000: 2018*. In *Institute of Risk Management*.
- Okstad, E., Hauge, S., & Mostue, B. . (2015). *Methodology for Evaluation of Barriers for Rig Move Operations*. CRC.
- PT.X. (2018a). *MHK-COMP-EP-RUL-FP-0450 Rev 0 Rule 10*.
- PT.X. (2018b). *Technological Risk Assesment Methodology*. In *MHK-COMP-SPE-EP-SAF-0041*. PT.X.
- Purohit, D. P., Siddiqui, Nandan, A., & Yadav, B. P. (2018). Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(10), 7639–7667.
- Rohman, M. A., Maidari, S. R., & Ichwan, R. A. (2020). The Safety Assessment of MV. Winposh Rampat at Towing Rig Activity during Towing Rig Coslboss at Bintuni Bays. *PROSIDING POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR*, 1(4), 256–269. <https://doi.org/10.48192/prc.v1i4.347>
- SKK Migas. (2020). *Insiden Tertangani. Platform Camar Bersiap Untuk Beroperasi Kembali*. <https://www.skkmigas.go.id/berita/insiden-tertangani-platform-camar-bersiap-untuk-beroperasi-kembali>
- Yanditia, R. (2017). *TECHNOLOGICAL RISK ASSESSMENT: TOOL FOR CONTINUOUS RISK MANAGEMENT*. *INDONESIAN PETROLEUM ASSOCIATION. Forty-First Annual Convention & Exhibition*.