



BAB 1 **PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang

Identitas Indonesia sebagai negara maritim telah dikenal oleh dunia. Hal itu disebabkan fakta bahwa Indonesia memiliki wilayah perairan yang lebih besar daripada wilayah daratan. Indonesia telah diakui sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki sekitar 17.504 pulau dengan 16.771 pulau telah dibakukan dan dilaporkan ke Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) melalui sidang *United Nation Group of Expert on Geographical Names* (UNGEGN) pada tahun 2020 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2020). Luas daratan dan perairan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) yaitu sebesar 8,3 juta km² dengan rincian luas perairan 6,4 juta km² dan luas daratan 1,9 juta km². Luas perairan sendiri terdiri dari luas perairan pedalaman dan perairan kepulauan 3,11 juta km², luas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) 3,00 juta km² dan luas laut teritorial 0,29 juta km². Selain itu juga terdapat zona tambahan seluas 0,27 juta km² dan landas kontinen seluas 2,8 juta km². Garis pantai ditetapkan sepanjang 108.000 km² (Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal) dan Badan Informasi Geospasial (BIG), 2018).

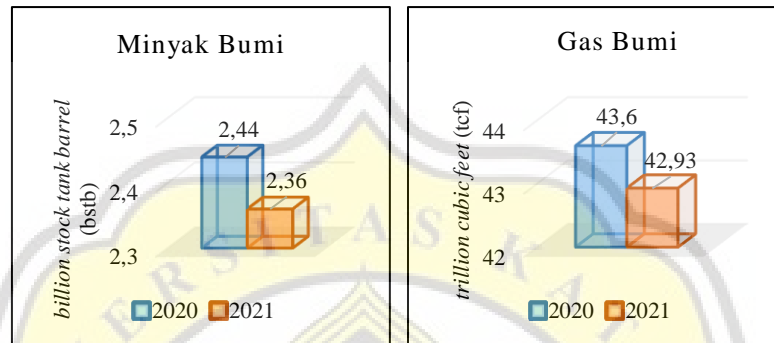
Sebagai negara kepulauan, Indonesia merupakan negara makmur yang mempunyai kekayaan alam yang berlimpah dan beragam. Kekayaan alam tersebut dapat digolongkan menjadi sumber daya alam (SDA) yang dapat diperbarui dan yang tidak dapat diperbarui (Bakhri, 2021). Sumber daya alam yang dapat diperbarui misalnya ikan, terumbu karang, lobster, rumput laut, dan mutiara. Sedangkan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui misalnya minyak bumi, gas bumi, bahan bakar fosil, batu bara, dan mineral.

Pada Gambar 1.1 diperlihatkan perbandingan jumlah cadangan minyak dan gas bumi Indonesia pada tahun 2020 dan 2021. Deputy Perencanaan SKK Migas dalam *Energy Outlook 2022*, Kamis (24/2/2022), menyatakan bahwa saat ini produksi minyak bumi hanya mampu mencapai 700 ribu *barrel oil per day* (bopd) sedangkan



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

konsumsinya mencapai 1,4 – 1,5 juta *barrel oil per day* (bopd) sehingga Indonesia masih harus melakukan impor. Sedangkan untuk gas bumi, permasalahannya adalah terkait ketersediaan (*supply*) yang berlokasi di Indonesia bagian timur sedangkan permintaan (*demand*) yang didominasi di Indonesia bagian barat.



Gambar 1.1. Perbandingan Jumlah Cadangan Minyak Bumi dan Gas Bumi pada Tahun 2020 dan 2021 (Sumber: Diolah dari SKK Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi 2020 dan 2021, 2022)

Berdasarkan Gambar 1.1, jumlah cadangan minyak bumi dan gas bumi Indonesia mengalami penyusutan. Apabila produksi harian minyak bumi dan gas bumi diasumsikan besarnya masih sama, maka cadangan minyak bumi yang pada tahun 2020 dapat bertahan 9,5 tahun menjadi 9,2 tahun pada tahun 2021. Sedangkan cadangan gas bumi yang pada tahun 2020 dapat bertahan 19,9 tahun menjadi 19,6 tahun pada tahun 2021. Salah satu usaha yang dapat dilakukan pemerintah guna menjaga umur cadangan migas yaitu dengan melakukan kegiatan eksplorasi.

Indonesia saat ini masih sangat membutuhkan energi minyak dan gas bumi dalam jumlah yang besar guna menunjang roda kehidupan bangsa. Pada tahun 2030, pemerintah menargetkan strategi dan target jangka panjang produksi minyak bumi sebesar 1 juta *barrel oil per day* (bopd) dan gas bumi sebesar 12 *billion standard cubic feet per day* (bscfd) (*Book Center of Excellence* (CoE) Geologi Indonesia, 2021). Potensi migas yang sangat besar masih tersimpan di Indonesia. Menurut CoE Geologi Indonesia (2021), Indonesia mempunyai 128 cekungan sedimen yang terdiri dari 20 cekungan yang telah berproduksi, 68 cekungan belum dieksplorasi dan sisanya hanya dibor dengan atau tanpa penemuan. Pada Gambar 1.2 diperlihatkan peta cekungan sedimen Indonesia.



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)



Gambar 1.2. Peta Cekungan Sedimen Indonesia (Sumber: Diunduh dari <https://geoportal.esdm.go.id/geologi/>, pada hari Rabu 22 Juni 2022, pukul 20.49 WIB)

Pada Gambar 1.2 cekungan sedimen pada peta yang ditandai dengan warna biru memiliki arti telah dibor dengan diikuti penemuan potensi migas. Cekungan warna kuning memiliki arti dibor tanpa adanya penemuan potensi migas. Cekungan warna hijau memiliki arti sedang dimanfaatkan untuk produksi migas. Cekungan warna merah memiliki arti belum dibor atau belum dieksplorasi. Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa masih terdapat banyak cekungan sedimen yang belum dieksplorasi (warna merah). Oleh karena itu, Indonesia perlu melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi guna menemukan cadangan migas pada lokasi – lokasi yang baru.

Terdapat banyak aspek yang dibutuhkan guna menunjang kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas, salah satunya yaitu bangunan atau struktur. Berdasarkan lokasinya, struktur penunjang eksplorasi dan eksploitasi migas dibedakan menjadi 2 yaitu *onshore* dan *offshore*. *Onshore* (darat) merujuk pada pekerjaan eksplorasi dan eksploitasi migas yang berhubungan dengan bangunan atau struktur yang berada di daratan hingga daerah garis pantai. Pekerjaan *onshore* contohnya yaitu kilang dan sumur bor. Sedangkan *offshore* (lepas pantai) merujuk pada pekerjaan eksplorasi dan eksploitasi migas yang berhubungan dengan bangunan atau struktur yang berada di lepas pantai atau jauh dari daratan. Pekerjaan *offshore* dilakukan dengan menggunakan *platform* lepas pantai terpancang ataupun terapung. Pada



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

Gambar 1.2 diperlihatkan bahwa cekungan berwarna merah yaitu yang belum dibor atau dieksplorasi banyak terletak pada wilayah lepas pantai atau bukan di daratan. Oleh karena itu, penelitian ini akan lebih berfokus pada konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai (pekerjaan *offshore*).

Setiap aspek dalam pekerjaan *offshore* tidak lepas dari ketidakpastian yang dapat terjadi yang memungkinkan membawa dampak negatif bagi pelaksanaan proyek. Ketidakpastian itu dikenal sebagai risiko. Risiko dapat mempengaruhi pekerjaan baik dari segi biaya, waktu maupun kualitas pekerjaan. Risiko dapat berupa risiko keselamatan, kesehatan, lingkungan dan ekologi, finansial dan risiko terhadap masyarakat publik. Namun secara khusus, penelitian ini akan membahas terkait risiko keselamatan/kecelakaan kerja pada proses konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai.

Menurut Parkes dan Swash (2000), kecelakaan kerja pada pekerjaan minyak dan gas bumi lepas pantai tertinggi terjadi pada tahap konstruksi, modifikasi dan dek dengan total 749 hari dalam tur. Pada Gambar 1.3 diperlihatkan rincian insiden berdasarkan tingkat keparahan cedera pada waktu kejadian saat pekerjaan berlangsung.

Pekerjaan pada saat kejadian	Keparahan Cedera	Hari dalam tur			
		1-7	8-14	15+	Total
Produksi, Pemeliharaan	Total	378 100%	262 100%	35 100%	675 100%
Konstruksi, Modifikasi, Dek	Total	390 100%	308 100%	51 100%	749 100%
Pengeboran	Total	318 100%	191 100%	30 100%	539 100%

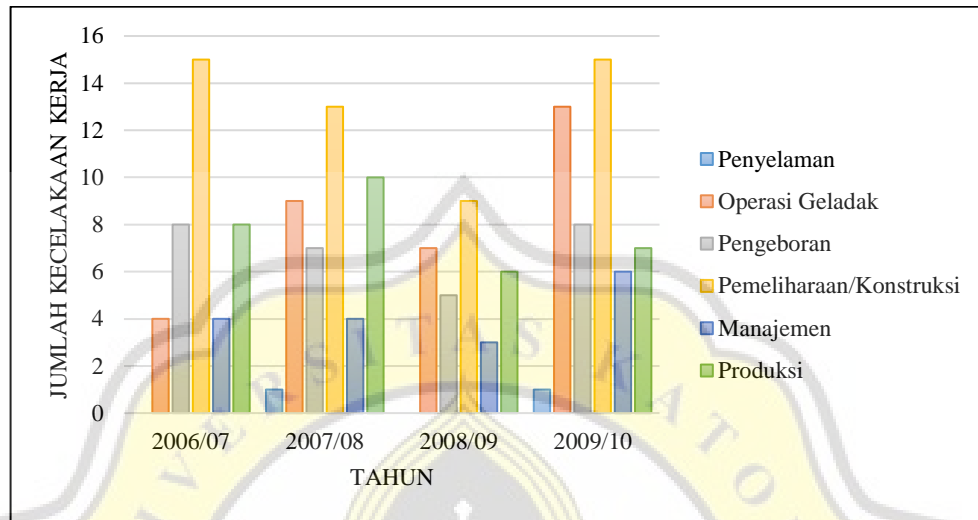
Gambar 1.3. Kecelakaan Kerja UK *Sector of The North Sea* (Sumber: Diolah dari Parkes dan Swash, 2000)

Menurut *The Health and Safety Executive* (HSE) UK Government (2010), peringkat tertinggi kecelakaan kerja pada pekerjaan *offshore* terjadi pada saat pelaksanaan pemeliharaan atau ketika konstruksi anjungan lepas pantai berlangsung. Pada Gambar 1.4 diperlihatkan grafik kecelakaan kerja dengan cedera berat pada pekerjaan *offshore* berdasarkan jenis pekerjaannya selama kurun waktu 2006



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

hingga 2010. Selama empat periode, pekerjaan konstruksi bangunan lepas pantai memegang peringkat tertinggi dalam kasus kecelakaan kerja yang terjadi.



Gambar 1.4. Grafik Kecelakaan Kerja Pekerja *Offshore* (Sumber: Diolah dari HSE UK Government Report, 2010)

Tabel 1.1. Jumlah Kasus Kematian Akibat Kecelakaan Kerja Pekerja *Offshore* IOGP Data

Aktivitas	Jumlah Korban Jiwa				
	2014	2015	2016	2017	2018
Konstruksi, Komisioning, Dekomisioning	6	4	6	2	4
Menyelam, bawah laut, ROV	0	2	0	1	1
Pengeboran, perbaikan sumur	16	12	6	10	12
Pengangkatan, derek, tali-temali, operasi dek	6	5	3	3	5
Pemeliharaan, inspeksi, pengujian	4	3	6	6	3
Kantor, gudang, akomodasi	0	1	0	0	0
Operasi produksi	3	14	3	4	1
Seismik/survei	1	2	1	0	1
Transportasi	8	8	25	6	4
Lainnya	1	3	0	1	0
Total	45	54	50	33	31

(Sumber: Diolah dari Windiargo, dkk., 2020)

Menurut data *The International Association of Oil and Gas Producers* (IOGP) tahun 2014 sampai 2018 dalam Windiargo, dkk., (2020), pada tahap pekerjaan konstruksi minyak dan gas bumi lepas pantai terjadi beberapa kasus kematian yang diakibatkan kecelakaan kerja. Meskipun pekerjaan konstruksi tidak memiliki jumlah kasus kematian akibat kecelakaan kerja tertinggi, namun kecelakaan kerja



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

tetap harus diwaspadai pada tahap konstruksi. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan jumlah kasus kematian pekerja akibat kecelakaan kerja pada pekerjaan minyak dan gas bumi lepas pantai berdasarkan data IOGP 2014 sampai 2018.

Pada Gambar 1.3 dan Gambar 1.4 diperlihatkan bahwa proses konstruksi pada pekerjaan *offshore* sangat rentan dengan terjadinya kecelakaan kerja. Hal ini diperlihatkan dari proses konstruksi pekerjaan minyak dan gas bumi lepas pantai yang menduduki peringkat tertinggi dalam terjadinya kasus kecelakaan kerja. Pada kajian terdahulu, penelitian berfokus pada risiko yang terjadi pada proses produksi minyak dan gas bumi lepas pantai yang tidak sesuai untuk dibahas pada bidang teknik sipil. Selain itu, penelitian terdahulu yang lain membahas tentang manajemen risiko konstruksi pekerjaan konstruksi lepas pantai secara umum yang cakupannya masih terlalu luas. Oleh karena masih terdapat kajian yang belum dikaji yaitu yang berfokus pada risiko kecelakaan kerja pada tahapan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai, maka dilakukan penelitian ini untuk mengisi gap/celah tersebut.

Pekerjaan konstruksi bangunan sektor minyak dan gas bumi merupakan pekerjaan yang sangat rentan dengan terjadinya kecelakaan kerja. Kasus kecelakaan kerja pada konstruksi bangunan minyak dan gas bumi di Indonesia cukup sulit untuk ditemukan. Namun, dengan tidak ditemukannya kasus kecelakaan kerja pada konstruksi minyak dan gas bumi di Indonesia, bukan berarti kasus kecelakaan kerja pada konstruksi bangunan minyak dan gas bumi di Indonesia tidak pernah terjadi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini yang menggunakan studi kasus pada salah satu proyek minyak dan gas bumi lepas pantai di Indonesia yang berfokus pada pekerjaan konstruksi dan dianalisis menggunakan sudut pandang dari kontraktor.

Tugas akhir ini akan fokus membahas tentang identifikasi dan analisis risiko kecelakaan kerja dengan menggunakan dua metode yaitu Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) serta pengendalian risiko yang dapat dilakukan. Menurut IEC 61025:2006, metode FMEA dan FTA merupakan kombinasi metode untuk menghasilkan argumen yang baik dengan



analisis secara lengkap. Metode FMEA menggunakan analisis secara induktif dan metode FTA menggunakan analisis secara deduktif. Metode FMEA berfungsi untuk mencari dan mengidentifikasi risiko dominan dalam proses manajemen risiko dengan menggunakan nilai *risk priority number* (RPN) yang didapatkan melalui akumulasi tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*) dan tingkat deteksi (*detection*). Sedangkan metode FTA berfungsi untuk menganalisis hubungan sebab akibat mulai dari terjadinya risiko hingga ke akar permasalahan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Risiko dominan apa saja yang terjadi pada tahap konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai pada Proyek X?
2. Faktor penyebab kecelakaan kerja yang terjadi pada tahap konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai pada Proyek X?
3. Bagaimana penanganan yang dilakukan terhadap risiko dominan yang terjadi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko dominan pada tahap konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai pada Proyek X berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
2. Menganalisis faktor penyebab kecelakaan kerja yang terjadi pada tahap konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai pada Proyek X menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).
3. Menganalisis penanganan risiko yang dapat dilakukan terhadap risiko dominan yang terjadi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada tahap pekerjaan pemuatan struktur jaket/geladak (*load out*) hingga tahap instalasi di lepas pantai konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai (*offshore*) Proyek X.



2. Risiko yang diidentifikasi merupakan risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada tahap pekerjaan pemuatan struktur jaket/geladak (*load out*) hingga tahap instalasi di lepas pantai konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai (*offshore*) Proyek X.
3. Responden yang dipilih untuk wawancara yaitu HSE *manager*, HSE *coordinator* dan HSE *officer*.
4. Responden yang dipilih untuk pengisian survei kuesioner berjumlah lima orang yaitu *project manager*, HSE *manager*, HSE *coordinator*, HSE *officer*, dan *supervisor*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

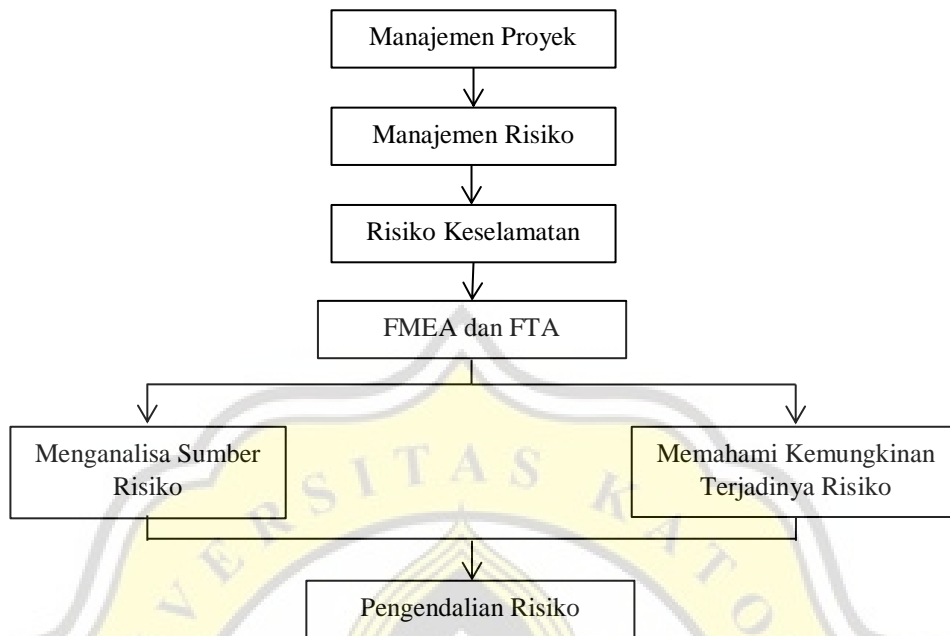
1. Memperluas pengetahuan dalam menentukan metode analisis yang sesuai untuk mengetahui risiko dominan kecelakaan kerja yang dapat terjadi dalam sebuah proyek pekerjaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai.
2. Memahami pengambilan keputusan yang tepat untuk mengatasi faktor – faktor yang terjadi pada Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

1.6. Kerangka Pikir Penelitian

Pekerjaan pertambangan tidak dapat lepas dari permasalahan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Pekerjaan tambang minyak dan gas alam di lepas pantai (*offshore*) memiliki risiko yang lebih besar daripada di darat (*onshore*). Pencegahan diperlukan untuk meminimalisir risiko yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Pada penelitian ini akan digunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi di lepas pantai (*offshore*) beserta pengendalian terhadap risiko yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja, meminimalisir risiko yang dapat terjadi akibat suatu pekerjaan dan penanganan terhadap kecelakaan kerja yang telah terjadi. Pada Gambar 1.5 diperlihatkan kerangka pikir penelitian.



Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)



Gambar 1.5. Kerangka Pikir Penelitian