



BAB 4 **DATA PENELITIAN**

4.1. Uraian Umum

Pada penelitian ini, kegiatan pengumpulan data dilakukan melalui empat tahapan. Tahapan pertama yaitu melalui survei lapangan. Survei ini bertujuan untuk mencari dan menentukan subjek penelitian. Pada tahap ini, sangat penting untuk mengetahui detail item pekerjaan yang biasa dilakukan pada saat konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN). Hal ini bertujuan agar dapat membayangkan prosedur pelaksanaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai dan memperkirakan risiko kecelakaan kerja yang mungkin dapat terjadi.

Tahapan kedua yaitu wawancara (Tahap 1). Wawancara (Tahap 1) dilakukan guna mengkonfirmasi data item risiko yang telah didapatkan sebelumnya dari pihak kontraktor proyek konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) kepada HSE (*Health, Safety, and Environment*) manager, HSE coordinator dan HSE officer. Data item risiko selanjutnya diolah berdasarkan hasil wawancara (mengeliminasi item pekerjaan beserta risiko yang tidak relevan dari pihak kontraktor) dan kemudian disusun rapi untuk digunakan sebagai dasar dalam kegiatan survei kuesioner.

Tahapan ketiga yaitu kegiatan survei kuesioner. Survei kuesioner dilakukan guna mendapatkan penilaian *rating* pada item risiko yang telah didapatkan pada tahap kedua. Hasil dari penilaian *rating* pada survei kuesioner kemudian diolah menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA). Metode FMEA digunakan untuk mengetahui risiko dominan yang terjadi berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) kritis dan RPN tertinggi. Nilai RPN didapatkan dari perkalian antara nilai *rating* skala keparahan (*severity*), skala kejadian (*occurrence*) dan skala deteksi (*detection*). Pengisian *rating* pada penelitian ini dilakukan oleh beberapa responden yang relevan diantaranya adalah *project manager*, HSE manager, HSE coordinator, HSE officer dan supervisor.

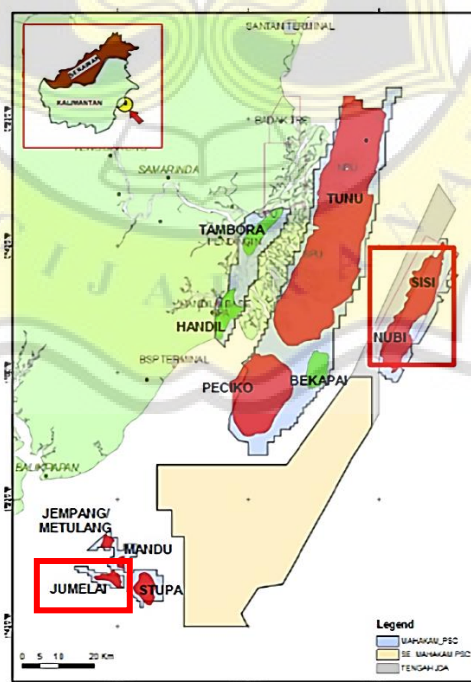


Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

Tahapan keempat yaitu wawancara (Tahap 2). Wawancara (Tahap 2) ini dilakukan guna memperoleh data lapangan khususnya terkait K3 serta melakukan pembahasan terkait analisis faktor penyebab dan pengendalian pada risiko dominan yang telah didapatkan pada tahap ketiga. Wawancara dilakukan kepada HSE *manager*, HSE *coordinator* dan HSE *officer* pada Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN). Pengolahan hasil analisis faktor penyebab terjadinya risiko dominan dilakukan dengan menggunakan metode *fault tree analysis* (FTA).

4.2. Profil Proyek Penelitian

Proyek Jumelai merupakan proyek bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai milik PT Pertamina Hulu Mahakam (PHM) yang terletak di South Mahakam *field*. Proyek ini telah ada sejak tahun 2004. Pada tahun 2020, PT Pertamina Hulu Mahakam mengembangkan proyek Jumelai, North Sisi dan North Nubi (JSN) dengan menambahkan *platform* baru yang akan dihubungkan ke *host platform*. *Platform* tersebut yaitu JML1, WPS3 dan WPN4. Pada Gambar 4.1 diperlihatkan peta lokasi *platform* Proyek Jumelai, North Sisi dan North Nubi (JSN).



Gambar 4.1. Peta Lokasi JML1, WPS3 dan WPN4 *Platform* Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) (Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)



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)

Data umum pada proyek penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN)
2. Lokasi Proyek : Lapangan South Mahakam dan Sisi Nubi
3. Lokasi Fabrikasi : Bintan
4. *Owner* : PT Pertamina Hulu Mahakam (PHM)
5. Kontraktor : PT Meindo Elang Indah
6. Pelaksanaan : Juni 2020 – Juli 2022

Pada Tabel 4.1 diperlihatkan lokasi *platform* berdasarkan titik koordinat *easting* dan *northing*. Pada Tabel 4.2 diperlihatkan kedalaman *jacket* yang terpancang dari setiap *platform*.

Tabel 4.1. Lokasi *Platform*

<i>Platform</i>	Datum	P2 Exc-T9 (Samboja), Bessel 1841	<i>Projection</i>	UTM 50S
	<i>Easting</i>		<i>Northing</i>	
JML1	496,255.00		9,829,725.00	
WPS3	589,419.00		9,921,194.00	
WPN4	583,338.00		9,908,536.00	

(Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)

Tabel 4.2. Kedalaman Air

<i>Platform</i>	<i>Water Depth w.r.t Chart Datum</i>
JML1	50,8 m*
WPS3	63,5 m*
WPN4	71,0 m*

Keterangan: *Dasar permukaan laut dianggap dalam kondisi datar

(Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)

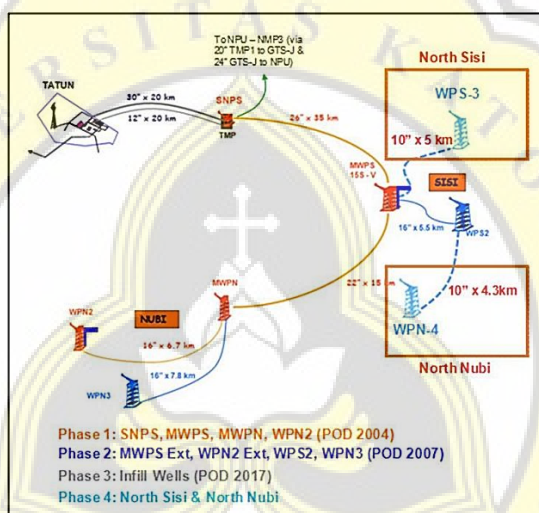
Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) merupakan proyek *platform* pengembangan dari *host platform* yang merupakan *platform* utama dalam produksi minyak dan gas bumi dari sumur bawah laut. Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) dibangun dengan fungsi untuk membantu produksi minyak dan gas bumi dari sumur bawah laut/*reservoir* atau disebut sebagai *wellhead platform*.

Proyek ini disebut sebagai Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) karena *platform* dibangun pada lokasi Jumelai, North Sisi dan North Nubi. Jumelai berarti *platform* dibangun di wilayah Jumelai yang berlokasi di lapangan South Mahakam dan *platform* dinamakan JML1. JML1 artinya Jumelai 1 yang berarti *platform*

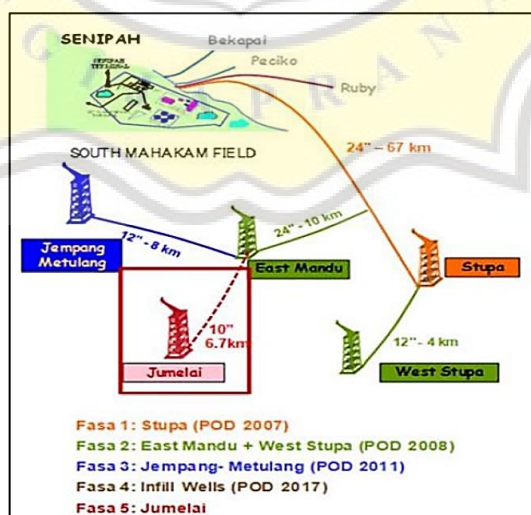


Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) beserta Pengendalian Risiko pada Konstruksi Bangunan Minyak dan Gas Bumi Lepas Pantai (Studi Kasus Pada Proyek X)

merupakan *platform* pengembangan pertama yang berlokasi di wilayah Jumelai. North Sisi berarti *platform* dibangun di wilayah North Sisi yang berlokasi di lapangan Sisi Nubi dan *platform* dinamakan WPS3. WPS3 artinya *Wellhead Platform Sisi 3* yang berarti *platform* merupakan *platform* pengembangan ketiga yang berlokasi di wilayah North Sisi. North Nubi berarti *platform* dibangun di wilayah North Nubi yang berlokasi di lapangan Sisi Nubi dan *platform* dinamakan WPN4. WPN4 artinya *Wellhead Platform Nubi 4* yang berarti *platform* merupakan *platform* pengembangan keempat yang berlokasi di wilayah North Nubi.



Gambar 4.2. *Network Diagram* Lapangan Sisi Nubi (Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)



Gambar 4.3. *Network Diagram* Lapangan South Mahakam (Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)



Pada Gambar 4.2 diperlihatkan *network diagram* wilayah lapangan Sisi Nubi lokasi *platform* WPS3 dan WPN4. Pada Gambar 4.3 diperlihatkan *network diagram* wilayah lapangan South Mahakam lokasi *platform* JML1. *Network diagram* tersebut memperlihatkan bahwa Proyek North Sisi dan North Nubi merupakan proyek tahap keempat dari wilayah lapangan Sisi Nubi dan Proyek Jumelai merupakan proyek tahap kelima dari wilayah lapangan South Mahakam.

Platform JML1, WPS3 dan WPN4 merupakan jenis struktur anjungan tetap (*fixed platform*) dengan tipe *jacket*. *Platform* ini memiliki tiga kaki *platform* yang dilindungi dengan *jacket* yang akan menopang struktur *platform*. *Jacket* berfungsi untuk melindungi *pile* atau kaki *platform* agar tetap pada posisinya dan menyokong *deck* dan substruktur lainnya. *Deck* memiliki fungsi untuk menampung pekerja dan mesin yang dibutuhkan untuk mendukung produksi minyak dan gas dari sumur bawah laut. Pada Gambar 4.4 diperlihatkan *platform* WPN4 yang telah terpasang pada lokasinya.

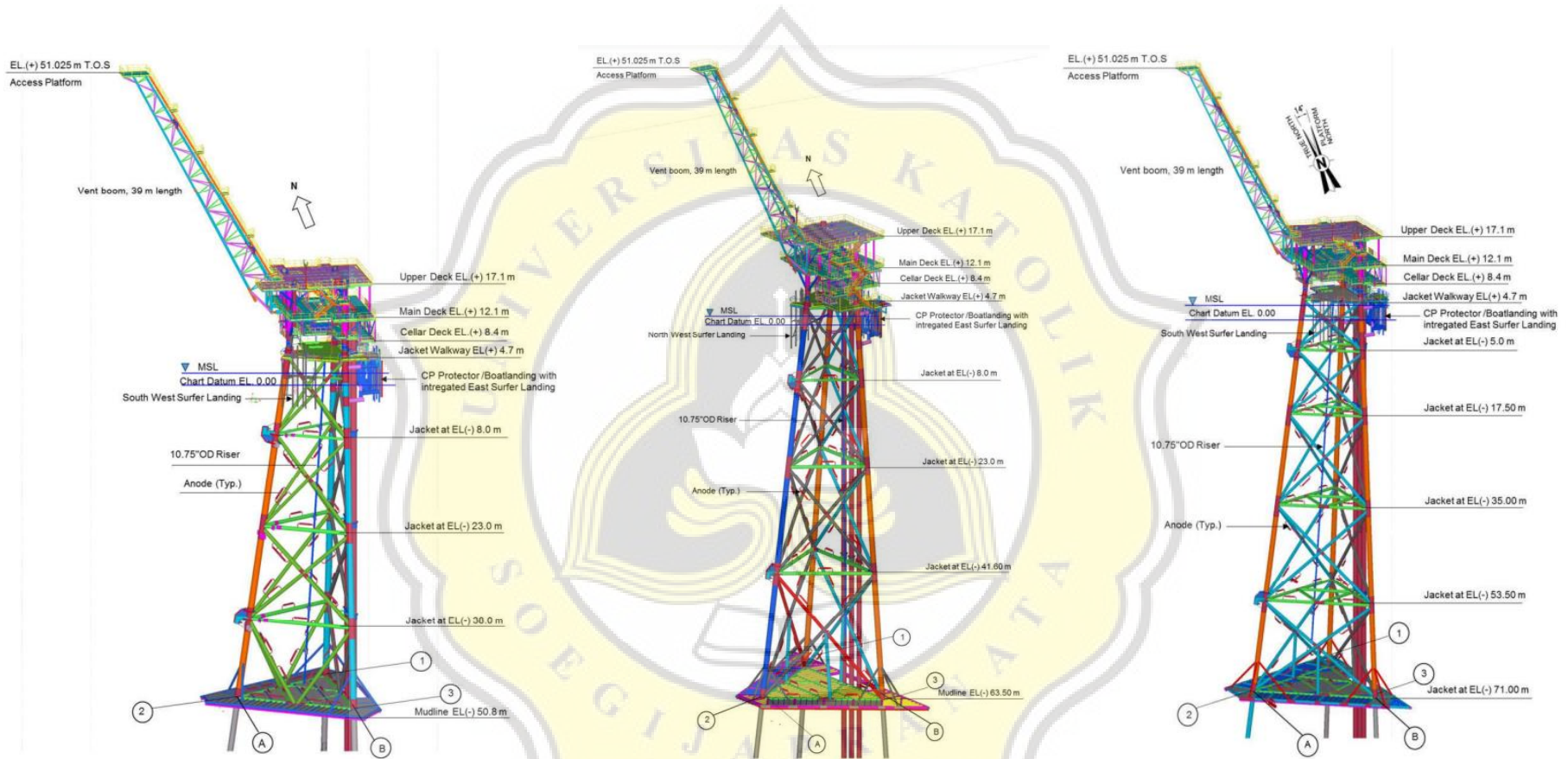


Gambar 4.4. *Platform* WPN4 (Sumber: Diunduh dari <https://phi.pertamina.com/en/information-media/pt-pertamina-hulu-mahakam-successfully-distributes-the-first-gas-of-wpn-4-platform-to-support-the-increase-in-national-gas-production>, pada hari Rabu 25 Januari 2023, pukul 13.09 WIB)

Pada Gambar 4.5 diperlihatkan struktur dari *platform* JML1, WPS3 dan WPN4. Setiap *platform* JML1, WPS2 dan WPN4 memiliki tiga bagian utama yakni *deck*, *vent boom* dan *jacket*. *Deck* terdiri dari tiga bagian yakni *upper deck*, *main deck* dan *cellar deck*. *Vent boom* merupakan penghubung antara *upper deck* dan *access platform* sejauh 39 m.



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 4.5. Platform JML1, WPS3, WPN4 (Sumber: Data Proyek JSN PT Meindo Elang Indah, 2022)



4.3. Profil Kontraktor

Kontraktor yang dipercaya dalam Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) adalah PT Meindo Elang Indah yakni kontraktor berpusat di Jakarta, Indonesia. PT Meindo Elang Indah diberi kepercayaan untuk melaksanakan pekerjaan sipil, mekanikal dan elektrikal pada Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN). Pada Gambar 4.6 diperlihatkan logo dari PT Meindo Elang Indah.



Gambar 4.6. Logo PT Meindo Elang Indah (Sumber: Data PT Meindo Elang Indah, 2022)

4.4. Profil Responden Penelitian

Responden yang dipilih dalam penelitian ini adalah dari pihak kontraktor Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) yakni PT Meindo Elang Indah. Pengumpulan data pada penelitian ini akan dilakukan dengan 3 tahap yakni yang pertama wawancara (Tahap 1), tahap kedua survei kuesioner dan tahap ketiga wawancara (Tahap 2). Responden yang dipilih untuk wawancara adalah *HSE manager*, *HSE coordinator* dan *HSE officer* yang bertanggung jawab menjaga keamanan dan keselamatan kerja pada Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN). Responden yang dipilih untuk survei kuesioner adalah *project manager*, *HSE manager*, *HSE coordinator*, *HSE officer* dan *supervisor*.

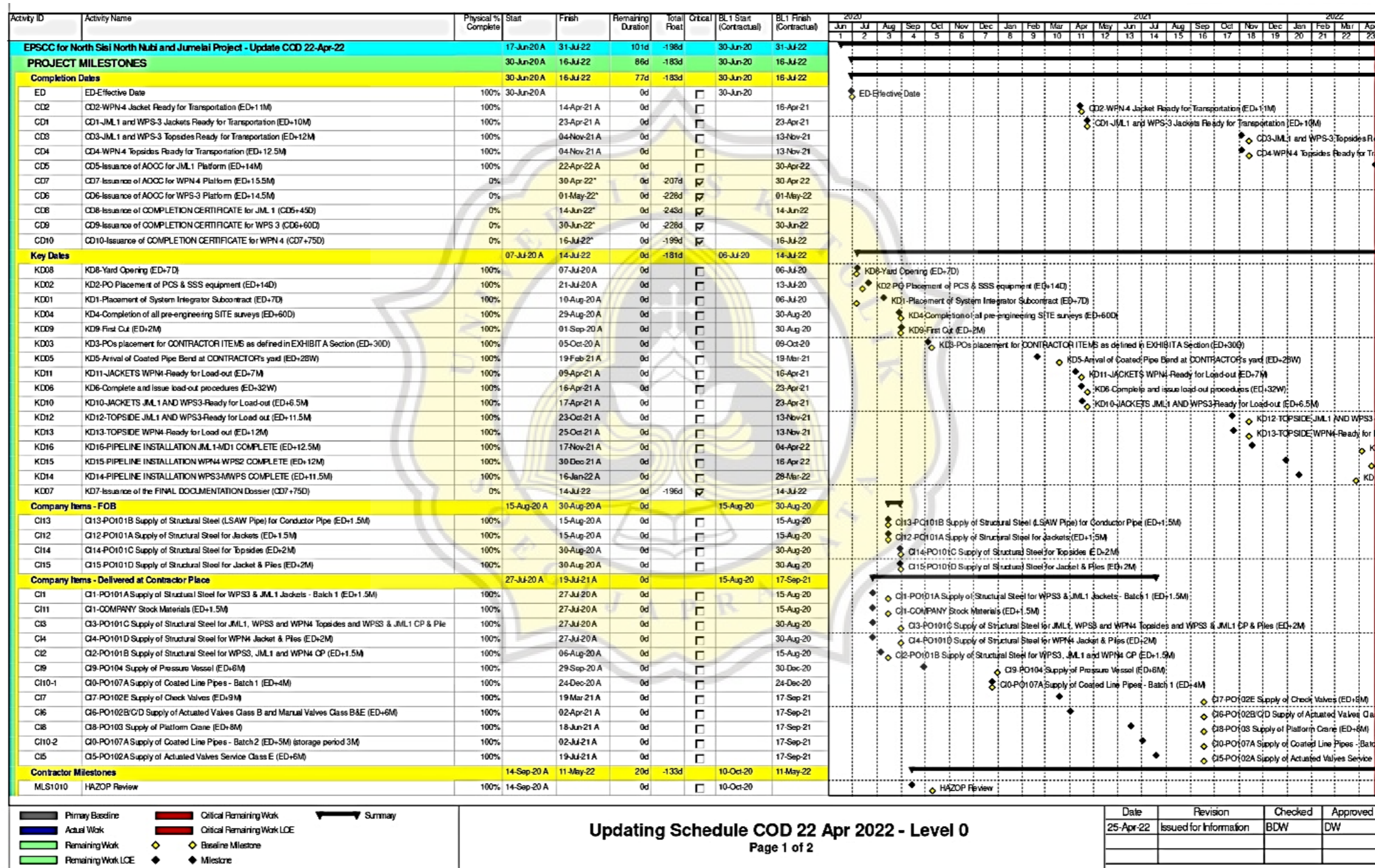
4.5. Data Penelitian

Data yang akan didapatkan dari penelitian di lapangan berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data hasil dari hasil kegiatan wawancara dan survei kuesioner terhadap pihak kontraktor yang telah ditentukan. Data sekunder merupakan data yang diberikan oleh pihak kontraktor berupa data K3 serta data terkait lainnya yaitu *time schedule* dan gambar proyek.



4.5.1. Time schedule pekerjaan

Proyek Jumelai dilaksanakan pada Juni 2020 sampai Juli 2022 oleh kontraktor pelaksana yaitu PT Meindo Elang Indah. Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 diperlihatkan *time schedule* pelaksanaan proyek Jumelai.



Gambar 4.7. Time Schedule Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) (Sumber: Data PT Meindo Elang Indah, 2022)



4.5.2. Identifikasi variabel risiko

Proses konstruksi bangunan lepas pantai (*offshore platform*) memiliki persyaratan umum yang sama dengan proses konstruksi struktur bangunan lainnya. Bangunan lepas pantai harus memenuhi tujuan yang dimaksudkan, struktur harus memadai untuk menerima beban secara operasional dan lingkungan, proses konstruksi harus praktis dan hemat biaya. Desain dari sebuah bangunan lepas pantai melibatkan pertimbangan seluruh faktor – faktor tersebut.

Desain *platform* lepas pantai dapat dimulai ketika kriteria desain telah ditetapkan. Kriteria desain merupakan persyaratan pengembangan operasional awal dan masa depan dalam menentukan penilaian terhadap kondisi lingkungan serta menentukan jenis pondasi yang tepat pada lokasi. Perencanaan awal yang matang harus dilakukan guna memastikan bahwa *platform* sesuai untuk pengambilan minyak dan gas bumi dasar laut pada lokasi tersebut. *Platform* dirancang untuk kondisi tertentu yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu sesuai umur rencana struktur.

Sebuah anjungan lepas pantai, terdiri dari dua bagian besar yang dibedakan berdasarkan lokasi terhadap muka air laut yaitu struktur atas (*topside*) dan struktur bawah (*substructure*). Struktur atas terdiri dari geladak dan fasilitas seperti peralatan – peralatan pendukung produksi. Struktur bawah terdiri dari struktur *jacket*, *pile* dan struktur pendukung lain seperti pipa dasar laut, landasan kapal, *conductor*, *mud mat*. Geladak dan *jacket* akan difabrikasi di daratan dan kemudian diangkut untuk diinstal di laut.

Proses yang dilakukan dalam identifikasi risiko yaitu memahami alur pekerjaan yang dilakukan di lapangan. Alur pekerjaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai (*offshore platform*) adalah sebagai berikut:

1. Fabrikasi (*fabrication*)

Setelah desain selesai, kemudian fabrikasi dimulai. Fabrikasi dilakukan di darat. Komponen yang difabrikasi yaitu struktur *jacket*, geladak dan substruktur lainnya seperti landasan kapal, *conductor*, *mud mat*. *Jacket* dan geladak tersusun dari rangka baja. Komponen dirakit mengikuti gambar desain yang meliputi deskripsi



detail, ketebalan dan dimensi semua elemen struktural. Komponen yang telah selesai difabrikasi kemudian disiapkan untuk mengikuti proses selanjutnya. Pada Gambar 4.9 diperlihatkan contoh fabrikasi struktur *jacket*.



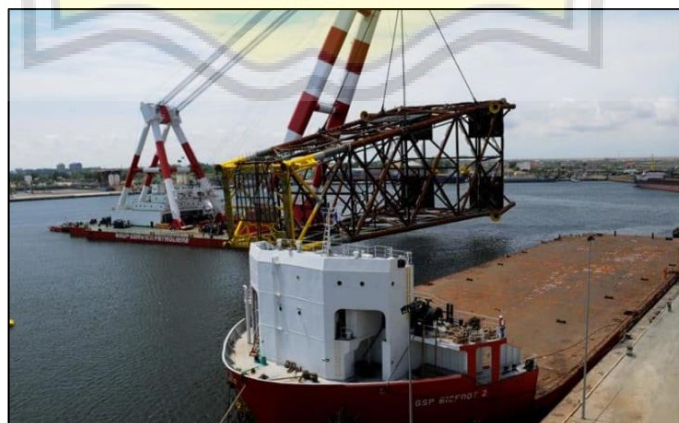
Gambar 4.9. Fabrikasi Struktur *Jacket* (Sumber: Pradana, 2015)

2. Pemuatan (*load out*)

Setelah fabrikasi struktur *jacket*, geladak dan substruktur lain selesai dilakukan, kemudian komponen tersebut dimuat ke tongkang kargo dalam rangka persiapan untuk dipindahkan ke lokasi yang telah ditentukan di lepas pantai untuk diinstal/dipasang. Menurut Pradana (2015), terdapat tiga metode *load out* yaitu:

a. Metode pengangkatan (*lifting*)

Metode yang dilakukan dengan cara diangkat dan diletakkan dengan menggunakan alat *crane* di atas *support* dan di tongkang kargo. Metode ini dilakukan khusus untuk konstruksi kecil yang memiliki berat angkat di bawah kapasitas angkat dan jarak jangkauan *crane*. Pada Gambar 4.10 diperlihatkan metode *lifting*.



Gambar 4.10. Metode *Lifting* (Sumber: Pradana, 2015)



b. Metode dengan cara digelincir (*skidding*)

Metode yang dilakukan dengan cara ditarik ke arah tongkang di atas *skidway* sehingga konstruksi struktur *jacket* atau geladak duduk di atas *skid shoes*. *Skidway* memiliki posisi tegak lurus dengan *jetty*. Pada Gambar 4.11 diperlihatkan metode *skidding*.



Gambar 4.11. Metode *Skidding* (Sumber: Pradana, 2015)

c. Metode dengan cara diletakkan di atas *trailer* (*multi wheel*)

Metode yang dilakukan dengan menggunakan *dollies* (*multi wheel platform trailer*) yang memiliki kelebihan dapat dilakukan di berbagai lokasi karena tidak memerlukan konstruksi *skidway*. Pada Gambar 4.12 diperlihatkan metode *multi wheel*.



Gambar 4.12. Metode *Multi Wheel* (Sumber: Pradana, 2015)

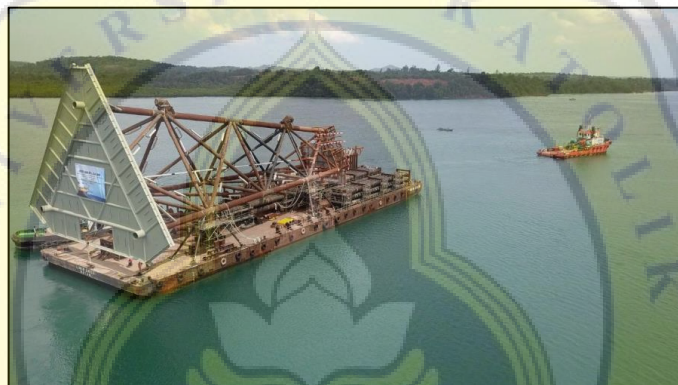
Metode pemuatan yang dilakukan pada proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) yaitu metode pengangkatan (*lifting*), metode dengan cara di gelincir (*skidding*) dan metode dengan cara diletakkan di atas *trailer* (*multi wheel*). Apabila



seluruh komponen berada di tongkang kargo, kemudian seluruh komponen diikat menggunakan pengencang untuk mencegah pergeseran saat dalam perjalanan menuju lokasi lepas pantai. Pengencang telah didesain untuk menahan gaya gerakan tongkang dan dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dengan mudah dilepas ketika telah sampai di lokasi.

3. Transportasi

Setelah semua komponen siap, kemudian tongkang akan berlayar menuju titik lokasi yang telah telah ditentukan di tengah laut. Pada Gambar 4.13 diperlihatkan ketika tongkang berlayar ditengah laut.



Gambar 4.13. Transportasi Struktur Jacket (Sumber: Diunduh dari <https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/phm-mulai-proses-sail-away-jacket-proyek-jsn>, pada hari Rabu 1 Februari 2023, pukul 19.49 WIB)

4. Instalasi

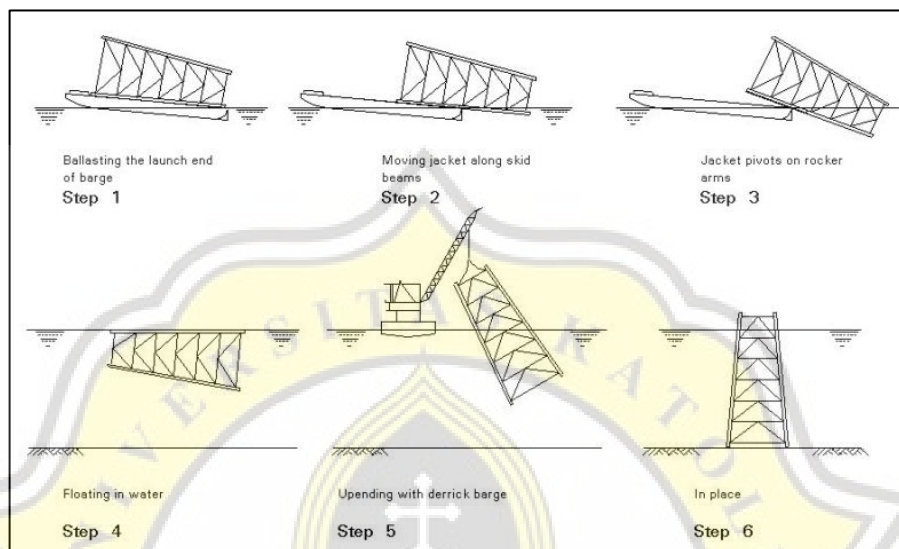
Setelah tongkang kargo berada pada lokasi pemasangan, pengencang dilepas lalu struktur jacket diangkat dari tongkang dengan menggunakan *crane* dan diturunkan ke dalam air. Jacket diturunkan sesuai posisinya di atas dasar laut dan diratakan seperti yang telah ditentukan dalam gambar rencana. Apabila posisi jacket sudah sesuai, selanjutnya dilakukan instalasi *pile* atau kaki *platform* dengan cara dimasukkan ke dalam kaki jacket dengan menggunakan *hammer*. Setelah seluruh *pile* terpasang, ruang kosong diantara *pile* dan kaki jacket diisi dengan nat atau *grout* (campuran semen, pasir dan air). Ujung *pile* yang menjulang keluar dari bagian atas kaki jacket akan dipotong dan kemudian di las ke kaki jacket. Setelah itu, geladak diangkat dan diletakkan pada posisi atas jacket dan kemudian dilakukan pengelasan



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)

antara geladak dan *pile*. Setelah instalasi geladak selesai, selanjutnya dilakukan pemasangan substruktur seperti landasan kapal, *conductor*, *mud mat*.

Pada Gambar 4.14 diperlihatkan proses instalasi struktur *jacket*.



Gambar 4.14. Proses Instalasi Struktur Jacket (Sumber: Lee, 1982)

Pada Tabel 4.3 diperlihatkan hasil identifikasi risiko kecelakaan kerja pekerjaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) yang berfokus pada pekerjaan pemuatan (*load out*) di darat hingga instalasi di lepas pantai. Hasil identifikasi risiko kecelakaan kerja ini didapatkan dari data Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) yang telah dikonfirmasi melalui wawancara dengan HSE *manager*, HSE *coordinator* dan HSE *officer* dan telah diolah.

Tabel 4.3. Hasil Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja Pekerjaan Konstruksi Bangunan Gas dan Minyak Bumi Lepas Pantai Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO
		HAZARD
1	<i>Yard Specific Activities</i>	
1.1	<i>Topside/Jacket/Subsea Structure Critical & Heavy Lifting</i>	<i>Un-proper rigging configuration</i>
		<i>Poor Communication</i>
		<i>Material Counterfeit</i>
		<i>Catch in between, struck by</i>
		<i>Drop object</i>
1.2		<i>Bad weather</i>
		<i>Equipment Mishandling</i>



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO
		HAZARD
	<i>Topsides load-out with Heavy lifting Method</i>	<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>
1.3	<i>Topside load-out with Multi wheel/Dolly load out method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>
1.4	<i>Jacket load-out with Heavy lifting Method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>
1.5	<i>Topside/Jacket load-out with Multi wheel/Dolly load out method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
		<i>Unstable ground</i>
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>
1.6	<i>Topside/Jacket load-out with skidding method</i>	<i>Whipped by tension cable</i>
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>
1.7	<i>Security at Yard</i>	<i>Brawl, riot, attack, strike</i>
2	<i>Offshore Construction Routine Activities</i>	
2.1	<i>Work on barge/Vessel</i>	<i>Barge/vessel loses control, drifting, stranded, collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)</i>
		<i>Collision with others vessel, fisherman boat</i>
		<i>Brawl, riot, attack</i>
		<i>Anchor placed/or hit at subsea structures/ pipeline</i>
		<i>Fire onboard</i>
		<i>Spill</i>
2.2	<i>Personnel transfer at offshore</i>	<i>Man Over Board caused by struck by</i>
		<i>Man Over Board and drowning</i>
		<i>Fall from personnel basket</i>
		<i>Man Over Board during climbing boat landing or V-shape ladder</i>
2.3	<i>Sea transportation</i>	<i>Collision with others vessel, fisherman boat</i>
		<i>Collision with the installation facilities (offshore platforms sea lines, jackets, etc.)</i>
		<i>Man Over Board, drowning</i>
2.4	<i>Working above water</i>	<i>Man Over Board, drowning</i>
		<i>Man Over Board from/ with scaffolding</i>
		<i>Man Over Board struck by</i>
2.5	<i>Loading/unloading</i>	<i>Accidental release of pollutant to sea</i>
2.6	<i>Working in remote area/Lone working</i>	<i>Medivac constraint, distance from shore, weather/sea condition</i>
2.7	<i>Handling/Lifting</i>	<i>Catch in between, struck by</i>
		<i>Drop object</i>
		<i>Crane Collapse</i>
		<i>Un-proper ballasting system/Vessel unstable</i>
		<i>Bad weather</i>
2.8	<i>Mooring/Anchoring</i>	<i>Boom crane collide with existing facilities</i>
		<i>Hit existing facilities</i>
		<i>Pinch Point</i>
		<i>Uncontrolled mooring line</i>
		<i>Broke, snapback mooring/anchor line</i>
2.9	<i>Bunkering</i>	<i>Winch engine failed</i>
		<i>Pinch Point</i>
		<i>Collision</i>



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO
		HAZARD
		<i>Spill</i>
3	<i>Towing of Jacket, Topsides & Opportunance with Barge</i>	
3.1	<i>Towing</i>	<i>Collision with others vessel</i>
		<i>Collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)</i>
		<i>Security thread / Piracy</i>
		<i>Bad weather</i>
4	<i>Jackets & Topsides Installation</i>	
4.1	<i>Jacket and Topsides Critical & Heavy lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
4.2	<i>Diving operation</i>	<i>Diver disorientation</i>
		<i>Diver fatigue, panic, stress</i>
		<i>Hit by equipment/material/moving vessel</i>
		<i>Pinch by material</i>
		<i>Leaking bail out cylinder, Umbilical entanglement</i>
		<i>Wave generated from vessel passing</i>
		<i>Wild animal</i>
		<i>Diving equipment malfunction</i>
4.3	<i>Piling operation</i>	<i>Failure in pile driving</i>
		<i>Shallow gas, explosion, fire</i>
		<i>Expose noise /vibration to animal surround (mammal, etc)</i>
5	<i>Riser Installation (modification in existing facilities)</i>	
5.1	<i>Riser Heavy Lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
5.2	<i>ROV operation</i>	<i>Disengage of ROV, equipment loss</i>
		<i>Electric shock during onboard preparation</i>
		<i>Falling Object to ROV</i>
		<i>Bad weather</i>
		<i>Moving object, Uncontrolled/ Unauthorized vessel/ boat movement</i>
5.3	<i>SIMOPS with production</i>	<i>Fire, explosion</i>
		<i>Spill</i>
5.4	<i>Welding, cutting grinding</i>	<i>Electric shock</i>
		<i>Explosion, fire</i>
6	<i>Topsides Hook-Up</i>	
6.1	<i>Critical & Heavy lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>
6.2	<i>MPFM Radioactive source installation</i>	<i>Irradiation</i>
6.3	<i>SIMOPS with drilling</i>	<i>Fire, explosion</i>
		<i>Spill</i>
		<i>Man Over Board</i>
7	<i>Sealine Installation</i>	
7.1	<i>Transportation of pipeline</i>	<i>Collision with others vessel, fisherman boat</i>
		<i>Barge / vessel lose control, drifting, stranded, collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)</i>
		<i>Security thread/Piracy</i>
		<i>Spill</i>
7.2	<i>Hydrotest/Pigging/Leak Test</i>	<i>Accidental release of pollutant to sea</i>
		<i>Burst, struck by, energy released</i>



NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO
		HAZARD
7.3	Field Joint Coating	Fire, explosion
		Pollution
		Toxic, dust inhale
7.4	Pipe laying activity	Tensioner failure, stinger broken, sheave block failure
		Struck by moving pipe
		Uncontrolled release of pipe, uncontrolled cable movement
		Bad Weather
		Anchor failure
		Collision to other facilities due to drifting

(Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)

Setelah didapatkan uraian aktivitas, pekerjaan dan variabel risiko, langkah selanjutnya yaitu melakukan survei kuesioner yang merupakan tahapan kedua dalam pengumpulan data. Penelitian tahap kedua ini dilakukan dengan cara melakukan pengisian angket. Survei kuesioner ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keparahan, kejadian dan deteksi dalam setiap variabel risiko.

4.5.3. Penilaian skala risiko

Data penilaian skala risiko kecelakaan kerja didapatkan dari survei kuesioner yang dilakukan *daring* melalui media *google form* kepada responden yang dituju yaitu *project manager*, *HSE manager*, *HSE coordinator*, *HSE officer* dan *supervisor*. Pengisian kuesioner dilakukan pada tanggal 30 Januari 2023 dan data didapatkan pada tanggal 6 Februari 2023. Kuesioner survei kuesioner diperlihatkan pada Lampiran LA-1. Hasil penilaian survei kuesioner diperlihatkan pada Lampiran LA-8. Hasil dari perhitungan rata – rata nilai skala keparahan (*severity*), skala kejadian (*occurrence*) dan skala deteksi (*detection*) diperlihatkan pada Tabel 4.4.

Pada Tabel 4.4 sebagai contoh pada *yard specific activities* dengan item pekerjaan *un-propper rigging configuration* dengan nilai *severity* rata – rata dari lima responden 7,8 yang lebih cenderung menuju angka 8 yang memiliki dampak pada proyek kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu dengan akibat luka perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen. Nilai *occurrence* dari lima responden 2,8 yang lebih cenderung menuju angka 3 memiliki probabilitas kejadian rendah dan relatif jarang terjadi dengan skala tingkat kejadian 1 dalam



15.000. Nilai *detection* yang menunjukkan nilai 8,4 yang lebih cenderung menuju angka 8 menunjukkan tingkat deteksi yang rendah (2 dari 10 kasus).

Selanjutnya pada *offshore construction routine activities* dengan item pekerjaan *work on barge/vessel* memiliki nilai *severity* rata – rata dari lima responden 6,4 yang lebih cenderung menuju angka 6 yang memiliki dampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas dengan akibat luka dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset. Nilai *occurrence* dari lima responden yaitu 4,2 yang lebih cenderung menuju angka 4 memiliki probabilitas kejadian rendah dan relatif jarang terjadi dengan skala tingkat kejadian 1 dalam 2.000. Nilai *detection* yang menunjukkan nilai 8,8 yang lebih cenderung menuju angka 9 menunjukkan tingkat deteksi yang sangat rendah (1 kasus atau tidak ada kasus).

Item pekerjaan lain mengikuti penjelasan yang telah diuraikan.



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)

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Rata – Rata Rating Risiko Kecelakaan Kerja Proyek JSN

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
1	<i>Yard Specific Activities</i>				
1.1	<i>Topside/Jacket/Subsea Structure Critical & Heavy Lifting</i>	<i>Un-proper rigging configuration</i>	7,8	2,8	8,4
		<i>Poor Communication</i>	7,6	3,2	8,6
		<i>Material Counterfeit</i>	8,2	2,6	8,4
		<i>Catch in between, struck by</i>	7,4	2,8	8,8
		<i>Drop object</i>	7,8	2,6	8,4
		<i>Bad weather</i>	7,4	2,6	8,8
1.2	<i>Topsides load-out with Heavy lifting Method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	8	2,8	8,4
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>	7,4	2,8	7,8
1.3	<i>Topside load-out with Multi wheel/Dolly load out method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,6	3	7,8
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>	7,8	3,2	7
1.4	<i>Jacket load-out with Heavy lifting Method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,8	3	8,4
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>	7,4	2,6	8,2
1.5	<i>Topside/Jacket load-out with Multi wheel/Dolly load out method</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,2	3	8,8
		<i>Unstable ground</i>	7,6	2,4	9
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>	7,6	3	8
1.6	<i>Topside/Jacket load-out with skidding method</i>	<i>Whipped by tension cable</i>	7,4	3	8,6
		<i>Natural disaster (earthquake, tsunami, typhoon, etc)</i>	8	2,6	7,8



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
1.7	Security at Yard	Brawl, riot, attack, strike	7,6	3	7,8
2	Offshore Construction Routine Activities				
2.1	Work on barge/Vessel	Barge/vessel loses control, drifting, stranded, collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)	6,4	4,2	8,8
		Collision with others vessel, fisherman boat	2,8	6,2	8,6
		Brawl, riot, attack	6	4,2	8,6
		Anchor placed/or hit at subsea structures/ pipeline	5,8	4,8	7,4
		Fire onboard	6,8	4,4	7,4
		Spill	4,6	5,6	6,8
2.2	Personnel transfer at offshore	Man Over Board caused by struck by	5	4,4	8,4
		Man Over Board and drowning	4,8	4,2	7,2
		Fall from personnel basket	5,4	3,8	8,4
		Man Over Board during climbing boat landing or V-shape ladder	5,6	4,6	7,6
2.3	Sea transportation	Collision with others vessel, fisherman boat	5,8	5	7,6
		Collision with the installation facilities (offshore platforms sea lines, jackets, etc.)	5,6	3,6	7,2
		Man Over Board, drowning	5,4	4,2	7,2
2.4	Working above water	Man Over Board, drowning	5,2	5	8
		Man Over Board from/ with scaffolding	4,8	4,6	7
		Man Over Board struck by	5	4,6	7,2



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
2.5	Loading/unloading	Accidental release of pollutant to sea	5,4	4,4	7,2
2.6	Working in remote area/Lone working	Medivac constraint, distance from shore, weather/sea condition	5,4	4,6	7
2.7	Handling/Lifting	Catch in between, struck by	4,6	4,4	7
		Drop object	5,4	4,8	6,2
		Crane Collapse	5,4	5	6,6
		Un-proper ballasting system/Vessel unstable	5,4	5	7,6
		Bad weather	5,4	4,4	7,6
		Boom crane collide with existing facilities	5,6	4,6	8,2
2.8	Mooring/Anchoring	Hit existing facilities	5,2	4,6	7,2
		Pinch Point	5	5,2	7,2
		Uncontrolled mooring line	5,2	4,4	7,4
		Broke, snapback mooring/anchor line	5	5	7,4
		Winch engine failed	5	5,2	7,2
2.9	Bunkering	Pinch Point	5,2	5	7,4
		Collision	5,6	4,6	7
		Spill	4,2	5,2	7,6
3	Towing of Jacket, Topsides & Oppurtunance with Barge				
3.1	Towing	Collision with others vessel	7,6	3,2	8
		Collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)	7,4	2,8	7,8
		Security thread / Piracy	7,6	3	7,2



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
		<i>Bad weather</i>	7,4	3	8,2
4	<i>Jackets & Topsides Installation</i>				
4.1	<i>Jacket and Topsides Critical & Heavy lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,8	4,2	7,6
4.2	<i>Diving operation</i>	<i>Diver disorientation</i>	7,4	3,2	7,8
		<i>Diver fatigue, panic, stress</i>	7,4	3,2	8,2
		<i>Hit by equipment/material/moving vessel</i>	7,6	3,6	8,2
		<i>Pinch by material</i>	7,8	3,2	8,8
		<i>Leaking bail out cylinder, Umbilical entanglement</i>	7,8	2,4	8,2
		<i>Wave generated from vessel passing</i>	7,8	3,2	8,2
		<i>Wild animal</i>	7,6	2,2	8,2
4.3	<i>Piling operation</i>	<i>Diving equipment malfunction</i>	7,4	3,2	7,6
		<i>Failure in pile driving</i>	7,4	2,8	7,4
		<i>Shallow gas, explosion, fire</i>	7,4	2,8	7,4
		<i>Expose noise /vibration to animal surround (mammal, etc)</i>	7,6	2,6	7,8
5	<i>Riser Installation (modification in existing facilities)</i>				
5.1	<i>Riser Heavy Lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,2	4	6,6
5.2	<i>ROV operation</i>	<i>Disengage of ROV, equipment loss</i>	7,4	3,2	8
		<i>Electric shock during onboard preparation</i>	7,2	3	8,2
		<i>Falling Object to ROV</i>	7,8	3,2	7,8
		<i>Bad weather</i>	7,2	2,8	8,2



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
		<i>Moving object, Uncontrolled/ Unauthorized vessel/ boat movement</i>	7,8	2,6	8
5.3	<i>SIMOPS with production</i>	<i>Fire, explosion</i>	7,8	3,2	7,6
		<i>Spill</i>	7	3	7,6
5.4	<i>Welding, cutting grinding</i>	<i>Electric shock</i>	6,7	5	7,6
		<i>Explosion, fire</i>	6,3	4,2	7,8
6	<i>Topsides Hook-Up</i>				
6.1	<i>Critical & Heavy lifting</i>	<i>Equipment Mishandling</i>	7,4	3,4	7,2
6.2	<i>MPFM Radioactive source installation</i>	<i>Irradiation</i>	7,6	3,2	7,4
6.3	<i>SIMOPS with drilling</i>	<i>Fire, explosion</i>	6,8	3,6	6,8
		<i>Spill</i>	7	3,6	7
		<i>Man Over Board</i>	7,4	3,6	6,4
7	<i>Sealine Installation</i>				
7.1	<i>Transportation of pipeline</i>	<i>Collision with others vessel, fisherman boat</i>	7,8	3,6	8
		<i>Barge / vessel lose control, drifting, stranded, collision with the installation facilities (offshore platforms, sea lines, jackets, etc.)</i>	7,8	2,8	7
		<i>Security thread/Piracy</i>	7,6	3,4	7,2
		<i>Spill</i>	7,6	3	7,8
7.2	<i>Hydrotest/Pigging/Leak Test</i>	<i>Accidental release of pollutant to sea</i>	7,4	2,6	8,8
		<i>Burst, struck by, energy released</i>	7,2	3,4	7,8
7.3	<i>Field Joint Coating</i>	<i>Fire, explosion</i>	7,6	3,4	8,2



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)

NO	TASK	HAZARDS – RISKS & ACCIDENT SCENARIO	AVERAGE		
		HAZARD	SEVERITY	OCCURRENCE	DETECTION
		<i>Pollution</i>	7,6	3	7,8
		<i>Toxic, dust inhale</i>	7,8	2,4	8
7.4	<i>Pipe laying activity</i>	<i>Tensioner failure, stinger broken, sheave block failure</i>	7,4	2,6	7,8
		<i>Struck by moving pipe</i>	7,6	3	7,4
		<i>Uncontrolled release of pipe, uncontrolled cable movement</i>	7,8	3,4	7,2
		<i>Bad Weather</i>	7,8	2,8	8
		<i>Anchor failure</i>	8,6	3,2	8
		<i>Collision to other facilities due to drifting</i>	7,8	3,4	8,4



4.5.4. Data keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Program keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang dilakukan pada Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) berdasarkan hasil wawancara (Tahap 2) kepada HSE *manager*, HSE *coordinator* dan HSE *officer* adalah sebagai berikut:

1. Fasilitas keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Setiap proyek konstruksi memerlukan fasilitas keselamatan dan kesehatan kerja (K3) guna menunjang keselamatan dan kesehatan para pekerja. Pada pelaksanaan proyek yang berlangsung pada Juni 2020 sampai Juli 2022, pandemi *Covid-19* turut berdampak pada pelaksanaan proyek sehingga penyebaran virus harus dapat diminimalisir. Pada Proyek Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) dilakukan beberapa upaya guna menunjang keselamatan dan kesehatan para pekerja diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1.a. Pihak kontraktor menyediakan tenaga medis yang selalu siap siaga apabila kecelakaan kerja terjadi baik di darat maupun di lepas pantai.
- 1.b. Pihak kontraktor bekerjasama dengan asuransi kesehatan untuk menangani kecelakaan kerja yang terjadi.
- 1.c. Penyediaan alat pelindung diri (APD) lengkap dilakukan sebagai penunjang keselamatan pekerja.
- 1.d. Kegiatan tes PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan antigen dilakukan secara berkala guna memastikan kesehatan para pekerja.
- 1.e. Penyediaan obat – obatan, vitamin dan kotak pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K) dilakukan guna menangani kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan konstruksi.
- 1.f. Kegiatan penyemprotan desinfektan dilakukan sebagai protokol kesehatan proyek dalam rangka meminimalisir kemungkinan terjadinya penyebaran virus.
- 1.g. Kegiatan *safety talk* dan HSE *training* dilakukan secara berkala kepada setiap pekerja baik di darat maupun di lepas pantai.

Fasilitas alat pelindung diri (APD) yang disediakan oleh kontraktor untuk Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN) diperlihatkan pada Tabel 4.5.



Tabel 4.5. Daftar Ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD)

No	Nama Alat Pelindung Diri	Jumlah	Satuan	Kondisi	
				Baik	Rusak
1	Peralatan keselamatan, seperti: - Jaket pelampung - Alat pencuci mata portabel - Alat pengaman instalasi listrik - Tandu - Tali bahu (<i>shoulder harness</i>) - Sekoci darurat - Alat P3K	435	Unit/set	√	
2	APAR (alat pemadam api ringan) dan alat keselamatan, seperti: - Selang kebakaran - Lemari selang kebakaran	208	Unit/set	√	

(Sumber: Diolah dari data Proyek JSN, 2022)

Berdasarkan data Proyek Jumelai, North Sisi, North Nubi (JSN), tercatat pada tanggal 25 April 2022 jumlah pekerja rata – rata adalah 569 pekerja.

Apabila dilihat dari jumlah peralatan keselamatan dan jumlah pekerja, jumlah pekerja (569 pekerja) lebih banyak dari jumlah peralatan keselamatan (total 435 unit/set). Upaya yang dilakukan dalam mengatasi kekurangan APD yang dibutuhkan, masing – masing pihak subkontraktor menyediakan APD tambahan untuk para pekerja.

2. Biaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3)

Pekerjaan konstruksi bangunan minyak dan gas bumi lepas pantai memiliki risiko kecelakaan kerja yang sangat tinggi, sehingga biaya dalam penanganan kecelakaan kerja diperlukan. Biaya K3 akan sangat berdampak pada anggaran pelaksanaan proyek, sehingga pelaksanaan K3 harus dilakukan dengan baik agar dapat meminimalisir biaya K3. Biaya K3 yang dianggarkan yaitu sebesar 983.200 USD dengan total nilai proyek kurang lebih 105.847.000 USD.