



TUGAS AKHIR - MO184804

**MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK  
*SAFETY CASE DOCUMENT***

Jonathan Armen

NRP. 04311640000055

**Dosen Pembimbing :**

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknolgi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020



---

TUGAS AKHIR - MO184804

**MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK  
*SAFETY CASE DOCUMENT***

Jonathan Armen

NRP. 04311640000055

**Dosen**

**Pembimbing :**

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknolgi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



---

FINAL PROJECT - MO184804

## **RISK MANAGEMENT OF OFFSHORE PIPELINE IN THE FORM OF SAFETY CASE DOCUMENT**

Jonathan Armen

NRP 04311640000055

### **Supervisors:**

Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2020

## LEMBAR PENGESAHAN

### MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK *SAFETY* *CASE DOCUMENT*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Sepuluh Nopember Surabaya

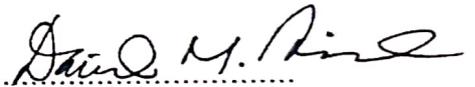
Oleh :

JONATHAN ARMEN

04311640000055

Disetujui Oleh :

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. (Pembimbing 1)

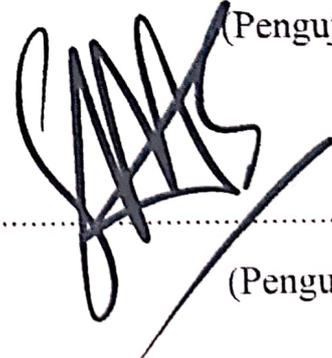


2. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D (Pembimbing 2)



3. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T (Penguji 1)





4. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc (Penguji 2)



Surabaya, Agustus 2020

# MANAJEMEN RISIKO PADA PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK SAFETY CASE DOCUMENT

**Nama** : Jonathan Armen  
**NRP** : 0431164000055  
**Departemen** : Teknik Kelautan FTK-ITS  
**Dosen Pembimbing:** Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

## ABSTRAK

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa bawah laut terdapat beberapa risiko mulai dari aspek keselamatan (*safety*), lingkungan (*environment*), dan bisnis (*business/asset*). Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan data inspeksi yang didapatkan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui besaran likelihood (kemungkinan) dan severity (keparahan) untuk masing masing risiko dan digabungkan menggunakan matriks risiko (risk matrix). Dari data tersebut telah dilakukan manajemen risiko dengan metode *bowtie analysis* untuk mengetahui penyebab, dampak, dan mitigasi dari risiko yang dominan. Dan dilanjutkan dengan pembuatan safety management system untuk pipa bawah laut dan memuat hasil penelitian dalam sebuah Safety Case Document. Dari penelitian ini didapatkan hasil risiko yang dominan adalah risiko korosi eksternal yang disebabkan oleh kegagalan *coating* pada pipa bawah laut. Manajemen dari risiko yang dominan tersebut kemudian dilakukan dengan *bowtie analysis* dan dimuat dalam *safety management system* yang dibuat berdasarkan prinsip *plan-do-check-act* memastikan kontrol atas risiko tersebut aman dan efektif.

**Kata Kunci :** Manajemen Risiko, *Offshore Pipeline*, *Bowtie Analysis*, *Safety Management System*, *Safety Case Document*.

## **RISK MANAGEMENT OF OFFSHORE PIPELINE IN THE FORM OF SAFETY CASE DOCUMENT**

Name : Jonathan Armen  
NRP : 04311640000055  
Department : Ocean Engineering, Faculty of Marine Technology  
Supervisors : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D

### **ABSTRACT**

Offshore pipelines are a proven mode of fluid transportation. During its operation, underwater pipeline there are several risks ranging from the aspects of safety, environment, and business. This thesis is a research about the risks to the underwater pipeline in the Penajam - Balikpapan area based on the inspection data obtained. This study also aims to determine the likelihood and severity for each risk and combined using a risk matrix. From this data, risk management has been carried out using the bowtie analysis method to find out the causes, impacts and mitigation of dominant risks. And continued with the creation of a safety management system for underwater pipelines and containing the results of research in a Safety Case Document. From this research, the dominant risk result is the risk of external corrosion caused by coating failure on the underwater pipeline. The management of these dominant risks is then carried out with a bowtie analysis and contained in a safety management system based on the plan-do-check-act principle ensuring control over those risks is safe and effective.

**Keywords:** Risk Management, Offshore pipelines, Bowtie Analysis, Safety Management System, Safety Case.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Manajemen Risiko pada Pipa Bawah Laut dalam Bentuk *Safety Case Document*” dengan baik dan tanpa halangan yang berarti.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini membahas mengenai analisis penyebab, dampak, dan mitigasi dari risiko yang dominan pada pipa bawah laut dan merangkumnya menjadi sebuah *Safety Case Document* sebagai acuan dalam penanganan risiko untuk kedepannya.

Penulis mengharap saran dan kritik dari para pembaca demi perbaikan dan kesempurnaan penyusunan dan penulisan berikutnya. Semoga Tugas Akhir ini memberi manfaat bagi pengembangan manajemen risiko kedepannya dan sebagai kontribusi ilmiah ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2020

Jonathan Armen

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ayah, Ibu, dan Adik penulis atas doa, dukungan, dan semangat bagi penulis untuk dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini;
2. Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA dan Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini;
3. Para *professional* dalam bidang pipa bawah laut yang telah bersedia menjadi responden dalam penyusunan tugas akhir ini;
4. Teman – teman Arek, Kura – Kura Ninja, Teman Tacha, The Areks, SPE 17/18 dan 18/19.
5. Teman – teman Teknik Kelautan 2016 terutama Ferdy, Adam, Aghi, Dito, Nugik, Amril, Prinka, Raihan, Faqy, Biyu, Ridho, dan Ekky;
6. Teman – teman perkuliahan terutama Frankie, Irvan, Tacha, Ardy, Shalmia, dan Rama;
7. Teman – teman semasa sekolah penulis;
8. Pihak – pihak lain yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga berkat-Nya selalu diberikan kepada kita semua. Amin.

## DAFTAR ISI

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Abstrak .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Ucapan Terimakasih.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel .....	xi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Definisi Risiko.....	7
2.2.2 Identifikasi Risiko .....	7
2.2.3 Penilaian Risiko.....	8
2.2.4 Manajemen Risiko.....	13
2.2.5 Bowtie Analysis .....	15
2.2.6 Penilaian Ahli.....	17

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir.....	18
3.2 Prosedur Penelitian .....	19

3.3	Lokasi Penelitian .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pendahuluan .....	22
4.2	Identifikasi Risiko .....	23
4.3	Hasil Survey dan <i>Expert Judgement</i> .....	25
4.4	Penilaian Risiko .....	28
	4.5.1 Penilaian Persepsi Terhadap Kemungkinan <i>Likelihood</i> ..	28
	4.5.2 Penilaian Persepsi Terhadap Keparahan <i>Severity</i> .....	28
	4.5.3 Penggolongan Tingkat Risiko .....	29
4.6	Analisa dengan Menggunakan Metode <i>Bowtie</i> .....	34
4.7	<i>Safety Case Document</i> .....	36
	4.7.1 Deskripsi Fasilitas .....	36
	4.7.2 Tujuan.....	37
	4.7.3 <i>Formal Safety Assesment</i> .....	37
	4.7.4 Penangan Risiko .....	38
	4.7.5 <i>Safety Management System</i> .....	39
	4.7.5.1 <i>Plan</i> .....	39
	4.7.5.2 <i>Do</i> .....	40
	4.7.5.3 <i>Check</i> .....	41
	4.7.5.4 <i>Act</i> .....	41
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		44
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jaringan Pipa Bawah Laut .....	1
Gambar 1.2	Manajemen Risiko .....	3
Gambar 2.1	Penilaian Risiko.....	9
Gambar 2.2	Matriks Risiko .....	9
Gambar 2.3	Hirarki Pengendalian Risiko.....	14
Gambar 2.4	<i>Bowtie Diagram</i> .....	15
Gambar 3.1	Diagram Alir .....	18
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian .....	21
Gambar 4.1	Lokasi Pipa Bawah Laut .....	22
Gambar 4.2	Diagram Bowtie Analysis .....	34
Gambar 4.3	Lokasi Pipa Bawah Laut .....	36
Gambar 4.4	<i>Formal Safety Assesment</i> .....	38
Gambar 4.5	Prinsip PDCA .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemungkinan kejadian ( <i>likelihood</i> ) .....	10
Tabel 2.2	Tingkat keparahan ( <i>severity</i> ) .....	10
Tabel 2.3	Klasifikasi keparahan ( <i>Severity Index</i> ) .....	12
Tabel 2.4	Matriks Risiko .....	13
Tabel 4.1	Data Pipa .....	22
Tabel 4.2	Risiko pada Pipa Bawah Laut .....	24
Tabel 4.3	Penilaian Frekuensi Kejadian .....	26
Tabel 4.4	Penilaian Keparahannya .....	27
Tabel 4.5	<i>Likelihood Index</i> .....	29
Tabel 4.6	<i>Severity Index</i> .....	29
Tabel 4.7	Penggolongan <i>Likelihood</i> .....	30
Tabel 4.8	Penggolongan <i>Severity</i> Aspek Keselamatan .....	30
Tabel 4.9	Penggolongan <i>Severity</i> Aspek Lingkungan .....	31
Tabel 4.10	Penggolongan <i>Severity</i> Aspek Bisnis .....	31
Tabel 4.11	Matriks Risiko Aspek Keselamatan .....	32
Tabel 4.12	Matriks Risiko Aspek Lingkungan .....	33
Tabel 4.13	Matriks Risiko Aspek Bisnis .....	33
Tabel 4.12	Penjelasan Diagram .....	35

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Minyak bumi dan gas (migas) atau yang sering disebut dengan petroleum merupakan sumber utama energi dunia karena hampir seluruh kegiatan manusia era ini membutuhkan minyak bumi. Industri migas mencakup beberapa kegiatan yang terdiri dari eksplorasi, ekstraksi, produksi atau pengolahan dan transportasi. Eksplorasi minyak bumi tidak hanya dilakukan di daerah daratan (*onshore*), karena keterbatasan sumber daya, maka industri migas juga melakukan eksplorasi pada daerah lepas pantai (*offshore*). Pada industri migas lepas pantai dibutuhkan suatu moda transportasi fluida yang efisien dan aman. Pipa bawah laut atau biasa disebut *Offshore Pipeline* merupakan moda transportasi fluida yang efisien dan aman. Hampir seluruh hasil minyak maupun gas bumi ditransportasikan menggunakan *pipeline*.



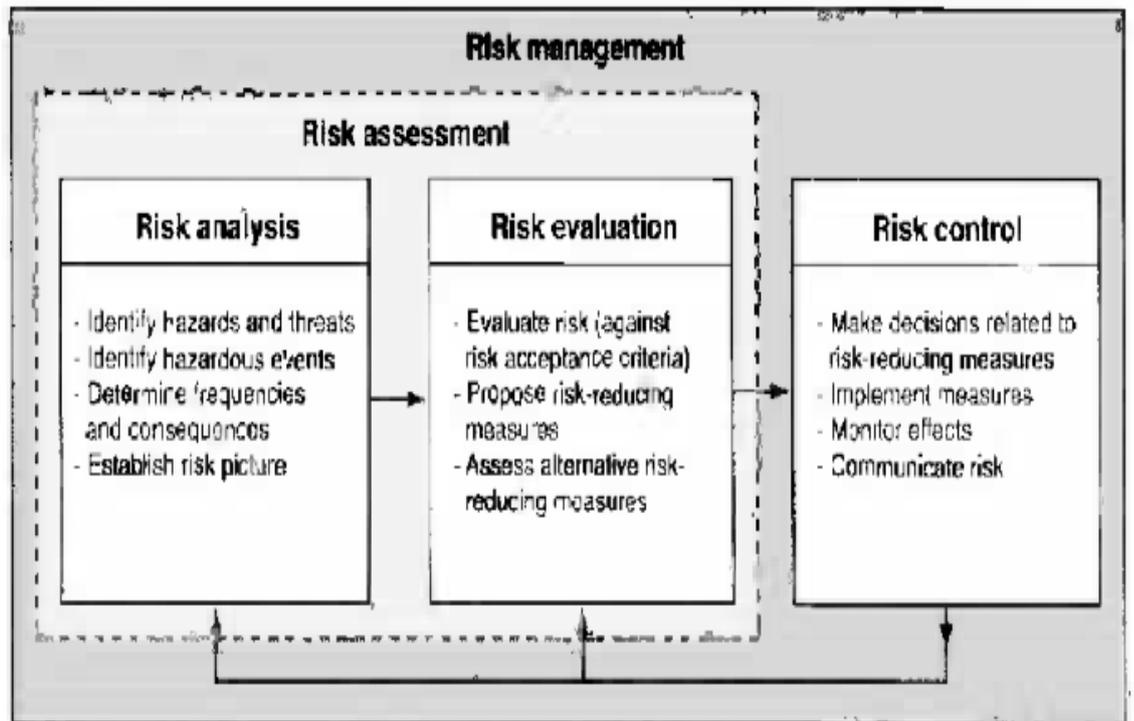
**Gambar 1.1.** Jaringan Pipa Bawah Laut

Dalam penggunaannya pipa bawah laut dapat bekerja mentransportasikan fluida hasil eksplorasi maupun produksi selama 30 tahun (Soegiono, 2007). Selama penggunaannya pipa bawah laut tidak dapat lepas dari resiko kegagalan yang akan terjadi sehingga dibutuhkan manajemen pecegahan dan pengendalian risiko yang tepat untuk pipa bawah laut. Faktor penyebab terjadinya risiko juga dikategorikan menjadi 2 yaitu faktor, yaitu internal dan eksternal. Dimana faktor internal disebabkan oleh umur, ketebalan, dan korosi pipa. Lalu faktor eksternal disebabkan oleh lingkungan sekitar (Shahriar, 2011).

Berdasarkan catatan kegagalan pengoperasian pipa, korosi merupakan salah satu penyebab utama kegagalan saluran pipa yang mencapai 50% dari total kegagalan yang terjadi. Penyebab kegagalan selanjutnya adalah kerusakan pipa bawah laut akibat jangkar kapal yang beroperasi di area pipa sebesar 14% dari total kegagalan yang terjadi. Kegagalan pipa karena aktivitas alam seperti gempa, scouring, dan lain – lain menempati urutan ketiga sebesar 12 % dan sisanya kejadian penyebab kegagalan saluran pipa bawah laut akibat sebab – sebab lainnya. Walaupun korosi merupakan penyebab kegagalan pipa tertinggi namun hampir semua peristiwa kecelakaan kerja, kerusakan dan polusi disebabkan oleh kerusakan akibat aktivitas kapal di area pipa (Artana, 2008).

Pipeline pada masa operasinya mempunyai beberapa kemungkinan risiko, dimana hal ini disebabkan oleh kombinasi pertemuan antara Probability of Failure dan Consequence of Failure (Hakim, 2018). Dalam menentukan frekuensi kejadian, DNV RP-F107 menyatakan hal ini dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan melakukan estimasi berdasarkan expert judgement dan engineering judgement yang langsung ada di lapangan. Konsekuensi dapat dikategorikan berdasarkan DNV RP G101 untuk tingkat keparahan dari suatu risiko. Juga dengan cara dengan melakukan perhitungan berdasarkan informasi data jika data yang dibutuhkan tersedia.

Risiko didefinisikan sebagai probabilitas suatu peristiwa yang dapat menyebabkan kerugian serta besarnya kerugian itu sendiri. Dalam penanganan risiko itu sendiri diperlukan analisa risiko dan manajemen risiko. Analisis risiko diartikan sebagai sebuah sistem atau prosedur untuk mengetahui bahaya dan risiko untuk individu, properti, dan lingkungan. Analisis risiko juga juga dipahami sebagai sebuah proses untuk menentukan pengamanan macam apa yang cocok atau layak untuk sebuah lingkungan. Manajemen risiko sendiri didefinisikan sebagai suatu proses mengidentifikasi, mengukur risiko serta membentuk strategi untuk mengelolanya melalui sumber daya yang tersedia.



**Gambar 1.2.** Manajemen Resiko (Rausand,2011)

*Safety Case* adalah sebuah dokumen sistem manajemen resiko yang dibuat oleh para operator dari sebuah fasilitas yang terdiri dari identifikasi *hazard* dan potensinya kepada resiko, deskripsi dari bagaimana kontrol terhadap resiko tersebut, dan deskripsi dari *safety management system* agar kontrol resiko tersebut dapat diaplikasikan dengan efektif dan konsisten. (Rausand, 2011). Regulasi dari sebuah *safety case document* dapat berbeda antara satu negara dengan yang lainnya namun, semua *safety case document* harus memenuhi 3 kriteria yang disebutkan sebelumnya.

Pada tugas akhir ini pipa yang akan diteliti berasal dari laporan inspeksi pipa bawah laut oleh PT. X di Balikpapan, pipa bawah laut yang diinspeksi berdiameter 12,7 inch yang membentang dari utara Balikpapan kearah Penajam sepanjang 2.912 meter. Dari hasil inspeksi didapatkan beberapa faktor yang dapat menjadi resiko kegagalan pipa tersebut. Maka dari itu diperlukan penanganan dan pengelolaan khusus untuk sistem pipa ini, salah satunya adalah dengan melakukan analisis risiko terhadap jaringan pipa. Dimana harapannya keamanan (*safety*) dan keandalan (*reliability*) bisa ditingkatkan. Pengelolaan bertujuan untuk menjadi acuan dalam melakukan inspeksi, sehingga bisa dipisahkan mana prioritas untuk yang memiliki risiko tinggi, dan penyesuaian untuk pipa risiko rendah. Berdasarkan kasus dan

masalah yang ada, penelitian ini akan menganalisis risiko yang terjadi pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan dengan metode Bowtie Analysis dan hasil yang didapatkan akan dibentuk menjadi sebuah *safety case document* yang dapat dipergunakan untuk menjadi acuan dalam penanganan resiko yang tepat pada sistem pipa bawah laut kedepannya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Apa saja risiko yang dapat terjadi dan penyebabnya pada pipa bawah laut PT. X daerah Penajam – Balikpapan?
2. Berapa *likelihood* dan *severity* dari risiko yang terjadi pada pipa bawah laut PT. X daerah Penajam – Balikpapan?
3. Bagaimana *safety management system* pipa bawah laut PT. X daerah Penajam – Balikpapan?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai adalah :

1. Mengetahui risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut PT. X daerah Penajam – Balikpapan.
2. Mengetahui *likelihood* serta *severity* dari risiko yang terjadi ada pipa bawah laut PT. X daerah Penajam – Balikpapan.
3. Mengetahui *safety management system* pada pipa bawah laut PT .X daerah Penajam – Balikpapan.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data inspeksi pada bagian Selatan Pipa Bawah Laut Penajam – Balikpapan.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil inspeksi lapangan dan wawancara dengan responden.
3. Responden dalam penentuan faktor, akibat, dan probabilitas adalah pihak proyek serta expert pada bidang terkait.

4. Mengabaikan faktor perhitungan nilai ekonomi serta estimasi waktu dalam manajemen risiko.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai referensi tentang risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut serta dapat mengetahui langkah penanganan untuk mencegah terjadinya kegagalan pada sebuah objek pipa bawah laut dan dapat merangkainya menjadi sebuah *safety case document*.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Bab I Pendahuluan, Bab ini menjadi pendahuluan dari tugas akhir yang berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan yang akan menjadi topik penelitian tugas akhir ini.

Bab II Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori, Tinjauan pustaka dan dasar teori berperan sebagai basis/dasar referensi dan istilah-istilah pada tugas akhir ini, tinjauan pustaka akan menjadi acuan untuk tugas akhir ini dan istilah-istilah yang akan digunakan akan dijelaskan secara rinci pada bagian dasar teori.

Bab III Metodologi Penelitian, Bab ini akan menunjukkan serta memberi gambaran mengenai metode yang akan digunakan untuk melaksanakan penelitian (analisa dan kalkulasi) topik tugas akhir dalam bentuk diagram alir dan juga penjelasan langkah-langkahnya lebih rinci.

Bab Iv Hasil Analisa Dan Pembahasan, Bagian ini merupakan bagian utama dari tugas akhir ini yaitu hasil dan pembahasan analisa risiko dari pipa bawah laut milik PT. X daerah Penajam – Balikpapan yang bertujuan untuk menjawab rumusan masalah tugas akhir ini.

Bab V Penutup, Bagian penutup dari tugas akhir yang berisi kesimpulan dari hasil analisa dan pembahasan serta saran yang bertujuan untuk mengembangkan tugas akhir ini.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan.”*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penggunaan pipa bawah laut untuk menyalurkan fluida sudah terbukti efektif. Dinilai lebih ramah lingkungan, ekonomis dan perawatan yang lebih mudah menjadi alasan pipa dipilih untuk menjadi moda transportasi fluida belakangan ini. Namun, sama seperti alat industri lainnya, pipa tidak lepas dari risiko dan konsekuensi yang bisa berujung pada kerugian kepada segala pihak, mulai dari aspek lingkungan hingga ekonomi. Menurut Artana (2008) mengingat pentingnya pipa bawah laut bagi industri, dilakukan berbagai penelitian untuk memelihara dan menjaga pipa saat operasi yang didasarkan pada risiko-risiko yang ada.

Menurut Muniz dkk. (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “*Bow Tie to Improve Risk Management of Natural Gas Pipelines*” mengatakan bahwa dengan meningkatnya penggunaan pipa untuk transportasi gas dan fluida di seluruh dunia, manajemen risiko juga perlu ditingkatkan. Kecelakaan pada *pipeline* yang berdampak pada lingkungan, manusia, aset dan reputasi perusahaan terekam karena gagalnya manajemen risiko pada lingkungan sekitar. Dalam penelitian tersebut juga dikatakan bahwa penggunaan Bow Tie diagram juga dapat menyediakan analisis komprehensif mulai dari analisa risiko, penyebab utama, tindakan preventif, tindakan yang disarankan dan diharapkan penelitian bisa menjadi acuan perusahaan terkait bahwa risiko sudah dianalisis dan dibawah kontrol.

Penelitian analisa risiko menggunakan *Bowtie Analysis* juga dilakukan oleh Guntara (2017) dengan judul “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan *Bowtie Analysis* Pada Proyek *Mooring Chain Replacement Production Barge Seagood 101*”. Dimana penggunaan *Bowtie Analysis* dilakan untuk enentukan penyebab, dampak, serta kontrol dan risiko signifikan.

Pada tahun 2018, Hakim pada “Analisis Risiko Kegagalan Operasi dengan Menggunakan Metode *HAZOP Analysis* Pada *Onshore Pipeline* PT. X”. melakukan penyebaran kuisioner kepada pihak terkait proyek untuk mengetahui besaran *likelihood* (kemungkinan) dan *severity* (keparahan) kegagalan operasi pada onshore pipeline. Dari studi ini ditemukan dampak yang paling besar terjadi karena korosi baik internal maupun eksternal.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Definisi Risiko**

Risiko menurut ISO 31000 didefinisikan sebagai “efek ketidakpastian dari suatu tujuan” dimana efeknya adalah penyimpangan negatif dari hasil yang diharapkan. Dikatakan juga bahwa kita berada pada dunia yang tidak pasti. Kapanpun kita mencoba mencapai suatu tujuan selalu ada peluang bahwa segalanya tidak berjalan dengan rencana. Definisi tradisional mengatakan bahwa risiko mengkombinasikan tiga elemen, mulai dari peristiwa potensial, kemudian menggabungkan probabilitas dan potensi keparahannya. Peristiwa berisiko tinggi akan memiliki kemungkinan tinggi terjadi dan jika terjadi akan membuat dampak yang cukup parah. Sedangkan, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Risiko juga dikatakan sebagai situasi atau kejadian dimana nilai manusia telah dipertaruhkan dan hasilnya tidak pasti.

Sehingga dapat dikatakan risiko adalah kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau yang dapat disebabkan oleh kejadian tertentu. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi risiko, penilaian risiko, dan penetapan pengendalian yang diperlukan (OHSAS 18001:2007). Atau dapat diambil kesimpulan bahwa definisi risiko adalah suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan seluruh konsekuensi tidak menguntungkan yang mungkin terjadi.

### 2.2.2 Identifikasi Risiko

Tahap pertama sebelum memulai manajemen risiko ada identifikasi risiko. Menurut Hakim (2018), identifikasi risiko merupakan suatu proses yang secara sistematis dan terus menerus dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan timbulnya risiko atau kerugian terhadap kekayaan, hutang, dan personil perusahaan. Proses identifikasi risiko ini mungkin adalah proses yang terpenting, karena dari proses inilah, semua risiko yang ada atau yang mungkin terjadi pada suatu proyek, harus diidentifikasi.

Identifikasi risiko bertujuan untuk mengetahui risiko yang ada dan berpengaruh pada hasil akhir. Pada tahap identifikasi risiko dilakukan pencarian risiko yang berpotensi dan sering terjadi pada proyek terkait. Teknik-teknik yang dapat digunakan dalam identifikasi risiko antara lain adalah:

a. *Brainstorming*

Melakukan tukar ide antar pihak terkait tentang risiko yang bisa dan sering terjadi pada proyek serta cara penanganannya.

b. *Interviewing*

Melakukan wawancara/*interview* terhadap pihak terkait untuk mendapatkan informasi terkait risiko yang biasa dihadapi atau potensial terjadi.

c. Penyebaran *Kuisisioner*

Menyebarkan pertanyaan yang relevan kepada ahli/ *expert* dalam proyek atau bidang terkait. Ahli diminta untuk memberikan nilai terhadap kuisisioner berdasarkan pengalamannya untuk menilai seberapa besar potensi dan seberapa sering risiko terjadi.

### 2.2.3 Penilaian Risiko

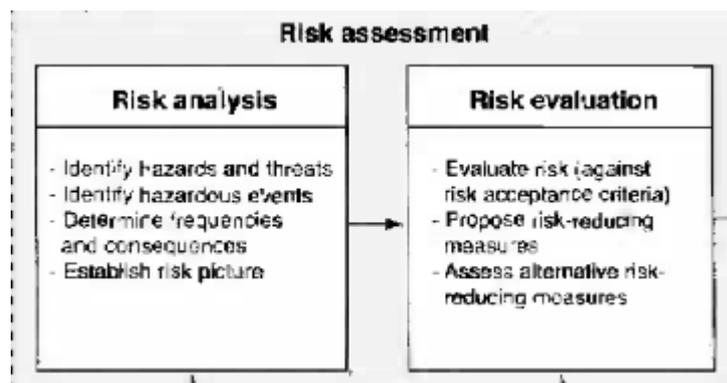
Penilaian Risiko atau biasa disebut *risk assesment* adalah proses evaluasi risiko-risiko yang diakibatkan adanya bahaya-bahaya, dengan memperhatikan kecukupan pengendalian yang dimiliki, dan menentukan apakah risiko dapat diterima atau tidak (OHSAS 18001:2007). Dan dapat disimpulkan bahwa penilaian risiko bekerja dengan cara mengevaluasi risiko

potensial dengan menetapkan apakah risiko dapat diterima atau tidak. Definisi risiko secara matematis dapat dirumuskan pada persamaan 2.1 berikut:

$$\text{Risiko} = \text{Peluang Kegagalan} \times \text{Konsekuensi Kegagalan} \quad (2.1)$$

Rausand (2011) mengatakan ada 5 langkah dalam melakukan *risk assessment*. Lima langkah tersebut adalah:

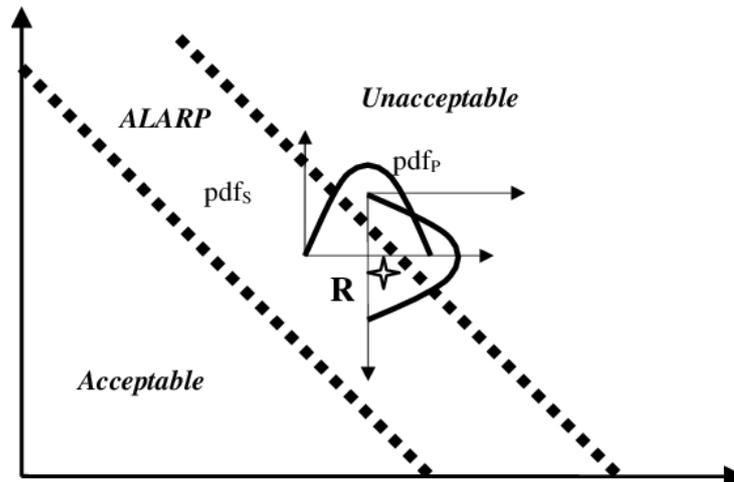
1. Identifikasi Risiko
2. Tentukan siapa yang terdampak dan bagaimana
3. Evaluasi risiko dan tentukan tindakan pencegahan
4. Rekam penemuan dan implementasikan mereka
5. Ulangi penilaian risiko secara berkala dan lakukan pembaharuan jika diperlukan.



**Gambar 2.1** Penilaian Risiko (Sumber: Rausand, 2011)

Penilaian risiko ini juga mempunyai beberapa tujuan antara lain:

1. Meningkatkan pemahaman akan risiko potensial yang dapat terjadi disekitar wilayah *pipeline* oleh para pihak terkait.
2. Menemukan dan menilai risiko mana yang tidak dapat diterima sehingga bisa memastikan bahwa keselamatan disekitar dapat diterima dan melakukan tindakan rekomendasi untuk menurunkan nilai risiko potensial.
3. Menemukan pendekatan struktur untuk analisis secara sistimatis dari sistem teknik yang kompleks dari elemen-elemen: *operation*, *control*, *technique*, dan *environment*.



**Gambar 2.2** Matris Risiko (Sumber: Vivalda, 2009)

Pada matriks risiko dapat terlihat tiga bagian dimana ada *Unacceptable Risk* (risiko yang tidak bisa diterima), *ALARP* (As low as reasonably practicable), serta *Acceptable Risk* (risiko dapat diterima). *Risk* harus diturunkan dari *Unacceptable Risk* ke area *Acceptable Risk* melalui upaya preventif dan mitigasi. *Preventive risk control* dimaksudkan untuk menurunkan *probability (frequency)* kejadian kecelakaan, sedangkan *mitigating risk control* mengurangi tingkat *severity of the outcome* dari kejadian.

Setelah identifikasi risiko selesai dilakukan, analisis risiko perlu dilakukan untuk menindak lanjuti dampak dan potensi risiko tersebut, dengan menghitung probabilitas, sebelum dibawa ke tahap selanjutnya, manajemen risiko. Analisis risiko dilakukan dengan mengumpulkan data relevan terhadap risiko. Data dapat diperoleh dari hasil inspeksi, sejarah perusahaan, dan proyek sebelumnya.

Ketika data sudah terkumpul, selanjutnya penilaian risiko atau risk assessment dilakukan untuk menentukan kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) yang dapat. Guntara (2017) membuat table kategori kemungkinan risiko (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) yang ditimbulkan sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Kemungkinan kejadian (*likelihood*)

Tingkat <i>likelihood</i>	Uraian	Definisi
0	Hampir pasti terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal
1	Sering terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
2	Dapat terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
3	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
4	Jarang sekali terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu

(Sumber: Guntara, 2017)

**Tabel 2.2** Tingkat keparahan (*severity*)

Tingkat <i>Severity</i>	Uraian	Definisi
0	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
1	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil, dan tidak menimbulkan dampak serius
2	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, dan kerugian finansial sedang
3	Berat	Menimbulkan cedera padah dan cacat tetap, kerugian finansial besar
4	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

(Sumber: Guntara, 2017)

Kuesioner dianalisis menggunakan skala *likelihood* dan *severity* dan diolah menggunakan *Importance Index* (IMPI) yang terdiri dari *Likelihood Index* dan *Severity Index* (Long, 2008). Dengan rumus berikut :

$$\text{Importance Index (IMP.I)} = \text{L.I} \times \text{S.I} \quad (\text{Pers. II.1})$$

*Frequency Index* (FI) menghasilkan Indeks frekuensi dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Likelihood Index* (L.I.) :

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers.})$$

II.2)

*Severity Index* menghasilkan indeks dampak tingkat keparahan dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Severity Index* (S.I.):

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers.})$$

II.3)

Dimana:

$a$  = konstanta penilaian (0 s/d 4)

$n_i$  = probabilitas responden

$i$  = 0,1,2,3,4, ...n

$N$  = total jumlah responden

Klasifikasi ranking dari skala penilaian pada keparahan (Davis dan Cosenza,1988) adalah sebagai berikut :

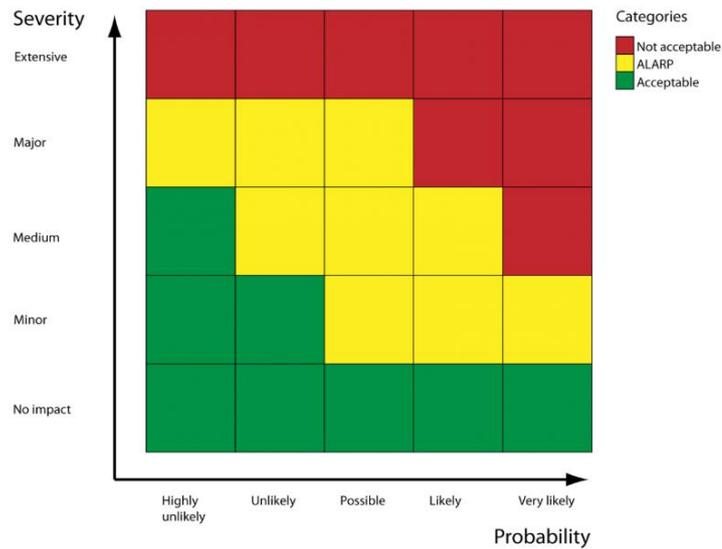
**Tabel 2.3** Klasifikasi keparahan (*Severity Index*)

No.	Kelas	Nilai
0	<i>Extremely Ineffective</i>	$0\% < S.I \leq 20\%$
1	<i>Ineffective</i>	$20\% < S.I \leq 40\%$
2	<i>Moderately Effective</i>	$40\% < S.I \leq 60\%$
3	<i>Very Effective</i>	$60\% < S.I \leq 80\%$
4	<i>Extremely Effective</i>	$80\% < S.I \leq 100\%$

(sumber: Davis dan Cosenza,1988)

Selanjutnya hasil penilaian kemungkinan dan konsekuensi yang diperoleh dimasukkan dalam tabel matriks risiko seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.5** Matriks Risiko



Keterangan:

Merah (*Risk Not Acceptable*) – Risiko tidak dapat diterima sehingga kegiatan tidak bisa dilanjutkan sampai ada pengendalian dan risiko berkurang.

Kuning (*ALARP/ As Low as Reasonable Practice*) – Risiko sedang dan perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi untuk pencegahan dan pengendalian perlu dilakukan dengan detail dan mempertimbangkan berbagai faktor.

Hijau (*Risk Acceptable*) – Risiko bisa dikategorikan rendah dapat diterima dan tindakan lebih lanjut tidak diperlukan.

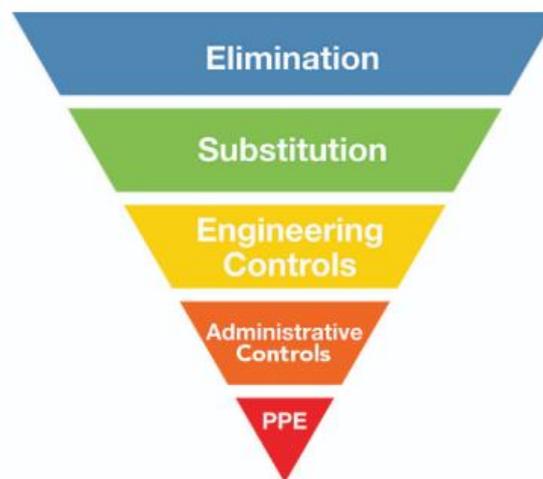
### 2.2.4 Manajemen Risiko

Menurut Muhlbauer (2014) manajemen risiko adalah reaksi terhadap risiko yang dirasakan atau ditimbulkan. Proses penilaian risiko yang baik seharusnya mengarahkan pengguna langsung ke manajemen risiko dengan menyoroti tindakan spesifik yang dapat mengurangi risiko. Tujuan dari manajemen dan pengendalian risiko ini tidak untuk menghilangkan risiko,

tetapi untuk meminimalkan agar risiko bisa diterima.. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan beberapa pilihan yaitu:

- a. Mengurangi Kemungkinan (*Reduce Likelihood*)
- b. Mengurangi Keparahan (*Reduce Consequence*)
- c. Pengalihan Risiko Sebagian atau Seluruhnya (*Risk Transfer*)
- d. Menghindar dari Risiko (*Risk Avoid*)

Dalam tahap manajemen risiko, dalam menentukan pengendalian terhadap risiko potensial, harus memperhatikan hierarki pengendalian bahaya seperti pada gambar berikut :



**Gambar 2.3** Hirarki pengendalian risiko (Sumber: [www.safeandhealthymagazine.com](http://www.safeandhealthymagazine.com))

Keterangan:

- Elimination (Eliminasi) adalah pengendalian risiko dengan memodifikasi desain untuk menghilangkan biaya, biasa dengan menghilangkan sumber bahaya secara langsung.
- Substitution (Substitusi) adalah teknik pengendalian bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem, atau prosedur yang berbahaya dengan yang lebih aman atau yang lebih rendah bahayanya.
- Engineering Controls (Pengendalian Teknis) adalah teknik pengendalian peralatan atau sarana teknis yang ada di lingkungan kerja.
- Administrative Control (Pengendalian Administratif) pengendalian bahaya dengan melakukan tindakan seperti pemasangan tanda keselamatan, tanda berbahaya, hingga mengatur jadwal kerja, istirahat,

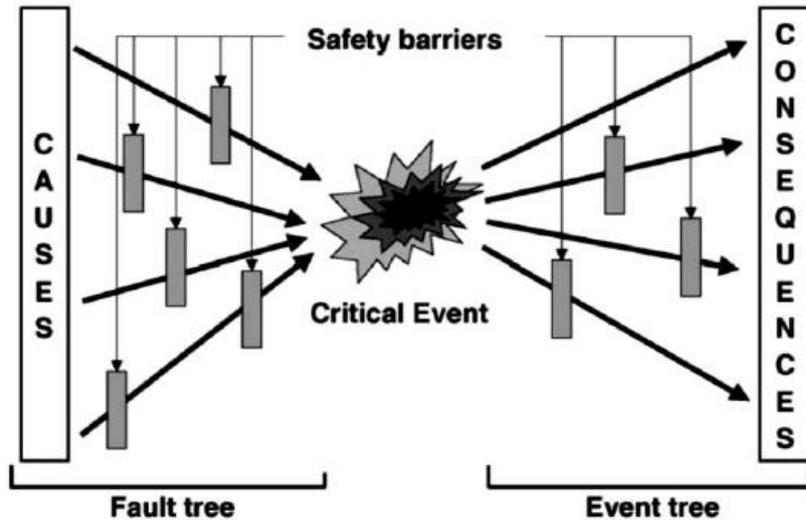
cara kerja, atau prosedur kerja yang lebih aman, rotasi atau pemeriksaan kesehatan.

- Personal Protective Equipment (Penggunaan alat pelindung diri) adalah teknik pengendalian bahaya dengan memakai alat pelindung diri misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan, pelindung jatuh, dan pelindung kaki.

### **2.2.5 Bowtie Analysis**

*Bowtie Analysis* adalah suatu metode risk assessment yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara hazard (bahaya) dengan konsekuensi yang ditimbulkan seperti terlihat pada gambar 2.4. Analisis *Bowtie* (dasi kupu-kupu) adalah metode diagramatis yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari faktor penyebab kegagalan hingga dampaknya. Metode ini disebut *Bowtie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan penjelasan penyebab dikiri, akibat di kanan, dan risiko di bagian tengah. Pada dasarnya menggambarkan hubungan antara bahaya, konsekuensi merugikan yang potensial dan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kerugian. Selain itu juga menunjukkan bagaimana kontrol rekayasa dan manajemen mengurangi risiko yang terkait dengan bahaya terhadap tingkat yang dapat ditolerir. Metode *Bowtie* menjelaskan beberapa kejadian yang berasal dari faktor penyebab dan dampak dari kegagalan yang membentuk representasi grafis dari :

1. Sebuah kejadian utama yang merugikan
2. Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan suatu kejadian dengan probabilitas tertentu.
3. Dampak dari suatu kegagalan beserta konsekuensinya.
4. Kontrol yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kejadian kehilangan yang terjadi, dan kontrol yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari peristiwa hilangnya setelah mereka telah terjadi.



**Gambar 2.3** *Bowtie Diagram Representation* (Sumber: Ibrahim, 2017)

Metode Bowtie Analysis sering digunakan sebagai alat dalam analisa dan manajemen risiko pada industri karena memiliki beberapa manfaat seperti sangat efektif untuk analisis proses *hazard* awal dan untuk mengidentifikasi *high probability* dan *high consequence events*. Metode ini juga biasa disebut sebagai aplikasi gabungan dari *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA), karena metode ini mencakup *threat* (ancaman) atau kegiatan yang menyebabkan kegagalan yang biasa didapatkan dari FTA. Dan *consequence* (konsekuensi) atau dampak yang timbul dari kegagalan yang diperoleh dari ETA.

Dalam pembuatan diagram *bowtie* dilakukan beberapa langkah, Shahriar (2010) melakukan analisa bowtie dengan beberapa langkah seperti berikut:

1. Menentukan *Hazard*

Penentuan *hazard* (bahaya) dilakukan untuk menentukan bahaya yang memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan, bisa diambil dari data hasil inspeksi atau historis perusahaan maupun poryek terkait.

2. Menentukan *Top Event*

Top event merupakan berbagai bahaya (*hazard*) yang dapat dianalisis dan dikaji risikonya, dan dapat mengakibatkan konsekuensi.

3. Menentukan *Threat*

*Threats* atau ancaman penyebab terjadinya suatu event, berada pada sisi kiri diagram

4. Menentukan *Consequences*

*Consequences* atau konsekuensi adalah kejadian yang menimbulkan dampak dengan keparahan tertentu, ada di posisi sebelah kanan diagram

#### 5. Menetapkan Barrier

Ciri khas dari *Bow tie analysis* yang membedakan dengan metode lainnya, terdapat *barrier* untuk mencegah terjadinya kegagalan atau konsekuensi yang tidak diinginkan

#### 6. Menentukan *Barrier* Mitigasi

*Barrier* pada mitigasi berguna untuk menekan konsekuensi, *barrier* pada mitigasi juga punya 3 unsur, mulai dari teknis, administrative, atau manusia.

#### 7. Mencari oskilator untuk *barrier*

Dalam pencarian akar masalah (*root causes*), pada bowtie analysis terdapat juga oksilator (*oscilating factor*) atau faktor yang dapat memicu kegagalan maupun keberhasilan dari suatu *barrier*.

#### 8. Mencari oskilator untuk mitigasi

Dalam sisi mitgasi dicari juga faktor yang mempengaruhi sistem pengaman.

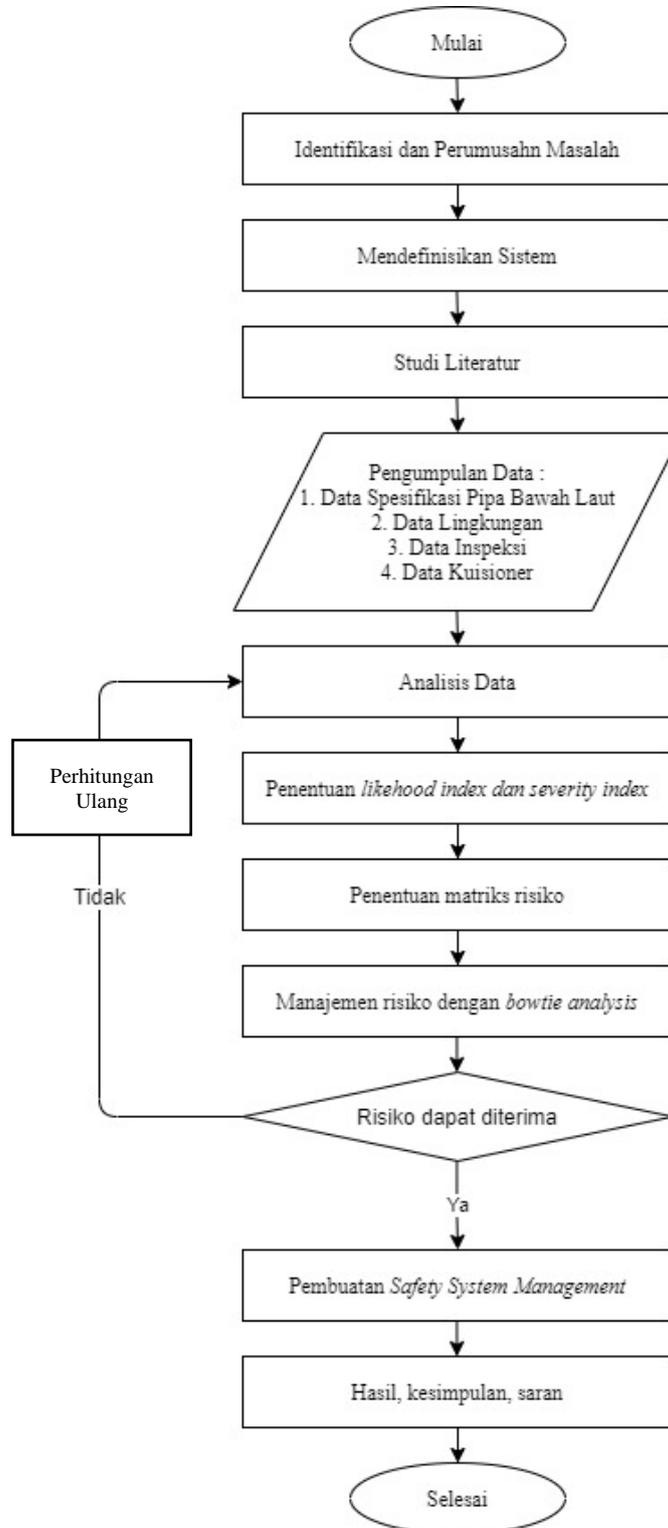
### 2.2.6 Penilaian Ahli

Dalam pengumpulan risiko, data diambil dari sejarah proyek, statistik, dan data inspeksi, namun dalam kasus data kurang memadai, menghubungi para ahli untuk mendapatkan informasi bisa menjadi alternatif. Menurut Skjong (2001) ahli / *expert* yang diambil sebagai narasumber harus bisa dikatakan sebagai seorang individu dengan pengetahuan terhadap subjek sepsifik, sistem, atau lapangan terkait. Identifikasi ahli adalah bagian penting dalam proses *expert judgement*. Beberapa kriteria menurut Skjong (2001) yang bisa menjadi acuan dalam memilih ahli adalah sebagai berikut:

- Pengalaman dalam melakukan penilaian (*judgements*) dan mengambil keputusan berdasarkan bukti yang ada
- Reputasi dalam komunitas
- Ketersediaan dalam berpartisipasi untuk penilaian

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1.** Gambar diagram alir penelitian

### 3.2. Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan dalam melaksanakan penelitian atau analisis pada Tugas Akhir ini meliputi:

#### 1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi Masalah dilakukan untuk mengidentifikasi topik atau kasus yang telah ditentukan. Kemudian menentukan perumusan masalah dan tujuan penelitian dengan cara mencari rumusan masalah apa yang ingin dibahas dan menentukan tujuan dari penelitian ini yang disertakan diskusi dengan dosen pembimbing.

#### 2. Mendefinisikan Sistem

Menentukan elemen – elemen pada pipa bawah laut yang berpengaruh dalam penelitian ini. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mencari referensi serta penelitian terdahulu yang kemudian dapat dijadikan perbandingan mengenai gap yang ditemukan.

#### 3. Studi Literatur

Studi literatur ini akan dilakukan dengan mencari, mempelajari, serta memahami laporan tugas akhir, buku-buku, dan jurnal yang berkaitan dengan rumusan masalah tugas akhir ini. Literatur ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun studi yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Studi mengenai analisis risiko
- b. Studi mengenai manajemen risiko
- c. Studi mengenai penyebab dan dampak risiko pada pipa bawah laut
- d. Studi mengenai Safety Case Document

#### 4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini bertujuan untuk memenuhi data apa saja yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data-data berikut meliputi:

- a. Data Pipa

Data pipa yang dipakai adalah pipa bawah laut / *subsea pipeline* (SPL) 16” Penajam - Balikpapan

b. Data Inspeksi

Data inspeksi yang dipakai adalah data inspeksi pada pipa bawah laut / *subsea pipeline* (SPL) 16” Penajam – Balikpapan yang dilakukan pada bulan April 2018

c. Data kuesioner

Data ini didapatkan melalui penyebaran kuisisioner terhadap responden yang telah dipilih untuk mendapatkan nilai kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan keparahan (*severity*).

5. Analisis data dan identifikasi variabel risiko

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan cara membuat daftar variabel risiko dari setiap kegiatan dan melakukan diskusi atau wawancara untuk memvalidasi daftar variabel risiko tersebut ke pihak perusahaan.

6. Penilaian Risiko (*risk matrix*)

Data Setelah mendapatkan variabel kegiatan tersebut lalu dilakukan Penilaian risiko yang dilakukan dengan cara penyebaran kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* kepada responden yang telah dipilih sebelumnya untuk mengukur kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) yang ditimbulkan pada setiap variabel kegiatan yang telah ditentukan. Dalam melakukan penilaian risiko digunakan skala penilaian *likelihood* dan *severity* berdasarkan rumus yang ada dan dilakukan rangking mengenai indeks risiko sehingga didapatkan tingkat risiko lalu diplot dalam table kategori matriks risiko sehingga dapat diketahui risiko yang dominan pada proyek tersebut.

7. Analisis menggunakan *Bowtie Analysis*

Setelah mendapatkan variabel risiko yang dominan dari hasil penilaian risiko, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *software BowtieXp* untuk mendapatkan dampak, penyebab dan mitigasi dari setiap variabel risiko yang dominan.

## 8. Pembuatan *Safety Management System*

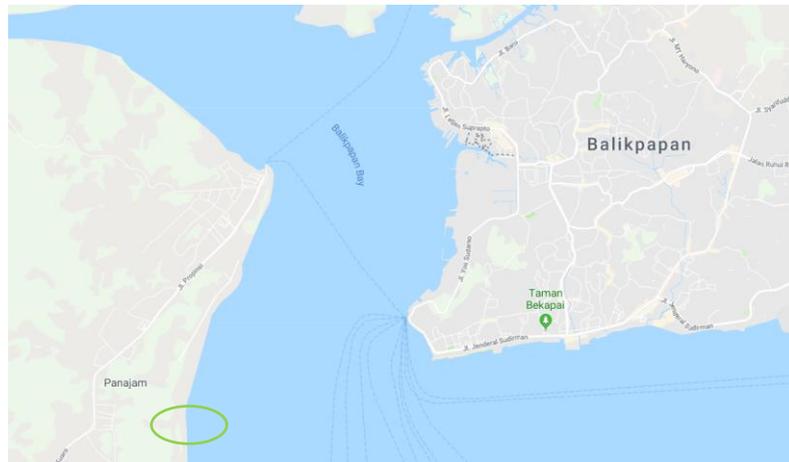
Setelah mendapatkan dampak, penyebab dan mitigasi yang tepat, maka akan dibuat sebuah safety management system sebagai acuan penanganan resiko yang tepat berdasarkan variable resiko yang dominan.

## 9. Kesimpulan dan Saran

Dari seluruhan penelitian yang dilakukan akan dilakukan penarikan kesimpulan yang nantinya akan bermanfaat untuk pembaca ataupun peneliti selanjutnya.

### 3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di area Teluk Balikpapan. Pada proyek *subsea pipeline* 16" Penajam - Balikpapan.



**Gambar 3.2** Area Penajam - Balikpapan

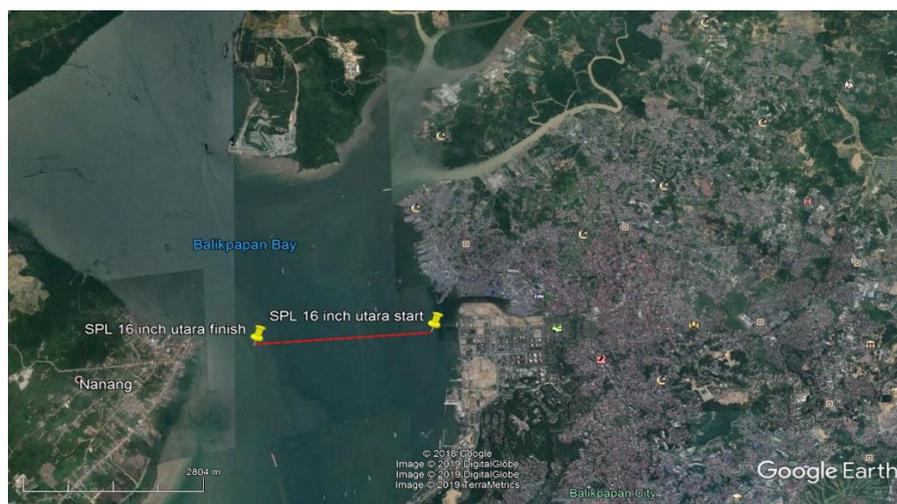
## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pendahuluan

Studi kasus yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan milik PT. X bagian Selatan. Pipa bawah laut yang memiliki fungsi utama sebagai *main oil line* (MOL) dari Penajam – Balikpapan. Pipa bawah laut ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Data Pipa

DATA PIPA		
Parameters	Unit	Information
Location	-	Penajam – Balikpapan
Section	-	South
Fluid Service	-	MOL
Outer Diameter	Mm	323.8
Wall Thickness	Mm	9.53
Grade	-	API 5L X2, Carbon Steel
Water Depth	M	22
Design Pressure	psig (Mpa)	200 (93.3)
Operation Pressure	psig (Mpa)	120 (48.9)
Corrosion Allowance	Mm	3



**Gambar 4.1** Lokasi Pipa Bawah Laut Penajam – Balikpapan

## 4.2. Identifikasi Risiko

Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut Penajam – Balikpapan arah Selatan. Dimulai dengan studi literatur mengenai risiko – risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut. Mengacu kepada DNV RP F107 mengenai penilaian risiko pada perlindungan pipa bawah laut, risiko dibagi menjadi 2 berdasarkan faktor penyebab terjadinya, yaitu internal dan eksternal. Dimana faktor internal disebabkan oleh umur, ketebalan, dan korosi pipa. Lalu faktor eksternal disebabkan oleh lingkungan sekitar

Lalu proses identifikasi dilanjutkan dengan mendata dan mempelajari risiko yang mungkin terjadi berdasarkan hasil laporan inspeksi pada pipa bawah laut Penajam – Balikpapan yang dibuat pada bulan April 2018. Dari laporan inspeksi pipa bawah laut Penajam - Balikpapan, terdapat beberapa *hazardous event* yang terjadi pada pipa yang menjadi basis penelitian tugas akhir ini,

1. Tersangkut jangkar pada pipanya
2. Scouring pada beberapa koordinat pipa yang menyebabkan freespan.
3. Coating pada pipa terkelupas
4. Korosi pada pipa.

Setelah pendataan dilakukan, identifikasi risiko dilakukan dengan melakukan diskusi dan wawancara langsung dengan pihak professional yang mempunyai pengalaman dibidang *offshore pipeline*. Wawancara dan diskusi ini dilakukan untuk mendapatkan variabel risiko dan penyebab dari risiko tersebut. Berikut merupakan uraian dari risiko (risk) yang telah didapatkan melalui metode studi literatur dan wawancara,

1. Risiko korosi internal pipa bawah laut yang disebabkan oleh fluida yang korosif
2. Risiko korosi internal pipa bawah laut yang disebabkan oleh kegagalan proteksi internal pipa
3. Risiko korosi eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh kegagalan *coating*
4. Risiko korosi eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh kegagalan proteksi katodik

5. Risiko korosi eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh korosi tanah
6. Risiko korosi eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh korosi air laut
7. Risiko cacat konstruksi pipa bawah laut yang disebabkan oleh cacat pengelasan
8. Risiko cacat konstruksi pipa bawah laut yang disebabkan oleh cacat konstruksi
9. Risiko cacat konstruksi pipa bawah laut yang disebabkan oleh kesalahan pada saat instalasi
10. Risiko *fatigue* pipa bawah laut yang disebabkan oleh tekanan internal berlebih
11. Risiko *fatigue* pipa bawah laut yang disebabkan oleh *freespan*
12. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh *anchor hit*
13. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh *anchor dredging*
14. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh *dredging*
15. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh sabotase
16. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh aktivitas nelayan
17. Risiko kegagalan pipa bawah laut yang disebabkan oleh *maintenance error*
18. Risiko gangguan pada pipa bawah laut yang disebabkan oleh *operation error*.

Semua risiko yang didapat dirangkum dalam sebuah tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2 Risiko pada Pipa Bawah Laut Penajam - Balikpapan

<b>Risiko</b>		
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>
B2		Kegagalan Proteksi Katodik
B3		Korosi akibat Tanah
B4		Korosi akibat Air Laut
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan
C2		Cacat Konstruksi
C3		Kesalahan Instalasi
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih
D2		Freespan pada Pipa
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>
E2		<i>Anchor Dregging</i>
E3		<i>Dredging</i>
E4		Sabotase
E5		Aktivitas Nelayan
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>
F2		<i>Maintenance Error</i>

#### 4.4 Hasil Survey dan Expert Judgement

Penelitian dilanjutkan dengan penyebaran kuisisioner kepada pihak *professional* dan *expertise* bidang *offshore pipeline*. Hasil dari penyebaran kuisisioner ini adalah untuk mengetahui berapa kemungkinan frekuensi (likelihood) dan keparahan (severity) dari variable risiko yang sebelumnya telah dibuat. Penilaian ini dilakukan dibantu oleh pandangan ahli atau expert judgement. Penilaian keparahan (severity) dari kuisisioner tersebut akan dibagi menjadi 3 aspek berdasarkan dampaknya pada tiap – tiap aspek yaitu,

1. Aspek keselamatan (safety)
2. Aspek lingkungan (environment)
3. Aspek bisnis (business/asset).

Tabel 4.3 Tabel Penilaian Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

<b>Risiko</b>			<b>Likelihood</b>				
<b>Code</b>	<b>Hazard</b>	<b>Cause</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif		3	2		
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa		2	1	2	
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>			1	4	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		4	1		
B3		Korosi akibat Tanah	2	3			
B4		Korosi akibat Air Laut	2	3			
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	3	2			
C2		Cacat Konstruksi	3	2			
C3		Kesalahan Instalasi	1	3	1		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	1	4			
D2		Freespan pada Pipa		1	4		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	1	4			
E2		<i>Anchor Dregging</i>	1	4			
E3		<i>Dredging</i>	4	1			
E4		Sabotase	5				
E5		Aktivitas Nelayan		2	3		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		3	2		
F2		<i>Maintenance Error</i>		3	2		

Tabel 4.4 Tabel Penilaian Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity														
			Safety					Environment					Business				
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif	3	2				1	3	1			3	2			
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	3	2				2	3					3	2		
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>		2	3				2	3					2	3	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		2	3				2	3			2	3			
B3		Korosi akibat Tanah	4	1				1	4				2	3			
B4		Korosi akibat Air Laut	4	1				1	4				3	2			
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	1	3	1				3	2				1	1	3	
C2		Cacat Konstruksi	1	1	3				3	2					2	3	
C3		Kesalahan Instalasi	1	1	3				3	2				1	4		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		1	4			2	3						5		
D2		Freespan pada Pipa		1	4			2	2	1					5		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	2	3					1	1	3				2	3	
E2		<i>Anchor Dregging</i>	2	3				3	2					1	1	3	
E3		<i>Dredging</i>	1	4				2	3					2	3		
E4		Sabotase			3	2		1	3	1					2	3	
E5		Aktivitas Nelayan	3	2				3	2				1	1	3		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	3	2				2	3					2	3		
F2		<i>Maintenance Error</i>	1	1	3			2	3					1	4		

#### 4.5 Penilaian Risiko

Setelah melakukan survey untuk mendapatkan nilai kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) pada setiap variabel kegiatan dilakukan penilaian risiko. Penilaian risiko (matriks risiko) adalah hasil perkalian antara *likelihood index* dengan *severity index* untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap variabel kegiatan.

##### 4.5.1 Penilaian Persepsi Terhadap Kemungkinan (*likelihood*)

Penilaian persepsi terhadap kemungkinan yang ditimbulkan dilakukan dengan analisa persepsi. Analisa ini untuk mendapatkan skor atau kategori pada setiap variabel risiko. Setiap variabel memiliki nilai kategori *likelihood* yang berbeda-beda, sehingga dilakukan perhitungan *likelihood index* dengan persamaan dibawah ini:

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^5 a_i n_i}{5N} \times 100\%$$

Sebagai contoh, akan dilakukan pada variabel A1 yaitu pada risiko korosi internal pipa bawah laut yang disebabkan oleh fluida yang korosif. Pada survey *likelihood* diperoleh 3 orang mengisi kategori 2 dan 2 orang memilih kategori 3. Kemudian hasil survei itu dihitung dengan persamaan diatas. Maka didapatkan penilaian variabel risiko A1 adalah 48%

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^4 (1 \times 0) + (2 \times 3) + (3 \times 2) + (4 \times 0) + (5 \times 0)}{5(5)} \times 100\%$$

$$LI = 48\%$$

##### 4.5.2 Penilaian Persepsi Terhadap Keparahannya (*Severity*)

Penilaian persepsi terhadap *severity* ini hampir sama dengan penilaian persepsi pada *likelihood*. Dikarenakan setiap variabel memiliki nilai kategori *severity* ini memiliki perbedaan pada setiap variabelnya, maka diperlukan perhitungan *severity index* seperti persamaan dibawah ini :

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^5 a_i n_i}{5N} \times 100\%$$

Sebagai contoh, akan dilakukan pada variabel A1 pada aspek keselamatan (*Safety*) yaitu risiko korosi internal pipa bawah laut yang disebabkan oleh fluida yang korosif. Dari hasil survei keparahan (*severity*) diperoleh 2 orang memilih

pada tingkat keparahan 2, 3 orang memilih tingkat keparahan 1, Maka hasil penilaian *severity* pada aspek keselamatan pada variabel A1 adalah 36%.

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^5 (1x2) + (2x2) + (3x1) + (4x0) + (5x0)}{5(5)} \times 100\%$$

$$= 36\%$$

#### 4.5.3 Penggolongan Tingkat Risiko (Risk Matrix)

Penggolongan tingkat risiko dilakukan untuk setiap aspek, untuk mendapatkan risiko dominan pada setiap aspek yang membutuhkan manajemen risiko. Hasil penggolongan didapat dari rank yang diperoleh masing masing risk berdasarkan likelihood index dan severity index.

Tabel 4.5 Tabel Index Likelihood

No.	Kelas	Nilai
1	<i>Improbable</i>	0% < L.I ≤ 20%
2	<i>Remote</i>	20% < L.I ≤ 40%
3	<i>Occasional</i>	40% < L.I ≤ 60%
4	<i>Probable</i>	60% < L.I ≤ 80%
5	<i>Frequent</i>	80% < L.I ≤ 100%

(sumber: Davis dan Cosenza,1988)

Tabel 4.6 Tabel Index Severity

No.	Kelas	Nilai
1	<i>Extremely Ineffective</i>	0% < S.I ≤ 20%
2	<i>Ineffective</i>	20% < S.I ≤ 40%
3	<i>Moderately Effective</i>	40% < S.I ≤ 60%
4	<i>Very Effective</i>	60% < S.I ≤ 80%
5	<i>Extremely Effective</i>	80% < S.I ≤ 100%

(sumber: Davis dan Cosenza,1988)

Penilaian dilakukan untuk setiap risiko berdasarkan *likelihood index* dan *severity index*, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.7 Tabel Penggolongan Likelihood

<b>Risiko</b>			<b>Likelihood</b>
<b>Code</b>	<b>Hazard</b>	<b>Cause</b>	<b>Rank</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif	3
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	3
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>	4
B2		Kegagalan Proteksi Katodik	2
B3		Korosi akibat Tanah	2
B4		Korosi akibat Air Laut	2
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	2
C2		Cacat Konstruksi	2
C3		Kesalahan Instalasi	3
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	2
D2		Freespan pada Pipa	3
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	2
E2		<i>Anchor Dregging</i>	2
E3		<i>Dredging</i>	1
E4		Sabotase	1
E5		Aktivitas Nelayan	3
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	3
F2		<i>Maintenance Error</i>	3

Tabel 4.7 Tabel Penggolongan Severity pada Aspek Keselamatan

<b>Risiko</b>			<b>Severity</b>
<b>Code</b>	<b>Hazard</b>	<b>Cause</b>	<b>Rank</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif	2
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	2
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>	3
B2		Kegagalan Proteksi Katodik	3
B3		Korosi akibat Tanah	1
B4		Korosi akibat Air Laut	1
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	2
C2		Cacat Konstruksi	3
C3		Kesalahan Instalasi	3
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	3
D2		Freespan pada Pipa	3

E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	2
E2		<i>Anchor Dregging</i>	2
E3		<i>Dredging</i>	2
E4		Sabotase	4
E5		Aktivitas Nelayan	2
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	2
F2		<i>Maintenance Error</i>	3

Tabel 4.8 Tabel Penggolongan Severity pada Aspek Lingkungan

<b>Risiko</b>			<b>Severity</b>
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>Rank</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif	2
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	2
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>	3
B2		Kegagalan Proteksi Katodik	3
B3		Korosi akibat Tanah	2
B4		Korosi akibat Air Laut	2
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	3
C2		Cacat Konstruksi	3
C3		Kesalahan Instalasi	3
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	2
D2		Freespan pada Pipa	2
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	4
E2		<i>Anchor Dregging</i>	2
E3		<i>Dredging</i>	2
E4		Sabotase	2
E5		Aktivitas Nelayan	3
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	2
F2		<i>Maintenance Error</i>	2

Tabel 4.9 Tabel Penggolongan Severity pada Aspek Bisnis

<b>Risiko</b>			<b>Severity</b>
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>Rank</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif	2
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	2
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>	4
B2		Kegagalan Proteksi Katodik	2
B3		Korosi akibat Tanah	2
B4		Korosi akibat Air Laut	2

C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	4
C2		Cacat Konstruksi	4
C3		Kesalahan Instalasi	3
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	3
D2		Freespan pada Pipa	3
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	4
E2		<i>Anchor Dredging</i>	4
E3		<i>Dredging</i>	3
E4		Sabotase	4
E5		Aktivitas Nelayan	3
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	3
F2		<i>Maintenance Error</i>	3

Penentuan rank telah dilakukan untuk setiap aspek, dan dilakukan tahap terakhir untuk penentuan risiko dominan, yaitu penentuan risiko dominan dengan menggunakan matriks risiko (risk matrix) berdasarkan DNV RP F107. Matriks yang sudah terbagi berdasarkan nilai tiap rank dari likelihood dan severity ini mempunyai warna untuk masing sel sebagai gambaran risiko, dimana warna hijau (green) sebagai risiko yang dapat diterima (acceptable), warna kuning (yellow) sebagai risiko yang harus diminimalisir (as low as risky as possible), dan warna merah (red) atau risiko yang tidak dapat diterima.

Tabel 4.10 Matriks Risiko pada Aspek Keselamatan

Matriks Risiko Keselamatan (Safety)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5	Yellow	Red	Red	Red	Red
	4	Green	Yellow	B1	Red	Red
	3	Green	A1,A2,E5, F1	C3,D2,F2	Red	Red
	2	Green	C1,E1,E2	B2,C2,D1	Yellow	Red
	1	Green	E3	B3,B4	E4	Yellow

Tabel 4.11 Matriks Risiko pada Aspek Lingkungan

Matriks Risiko Lingkungan (Environment)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5	Yellow	Red	Red	Red	Red
	4	Green	Yellow	B1	Red	Red
	3	Green	A1,A2,D2, F1,F2	C3,E5	Red	Red
	2	Green	B3,B4,D1, E2	B2,C1,C2	E1	Red
	1	Green	E3,E4	Green	Green	Yellow

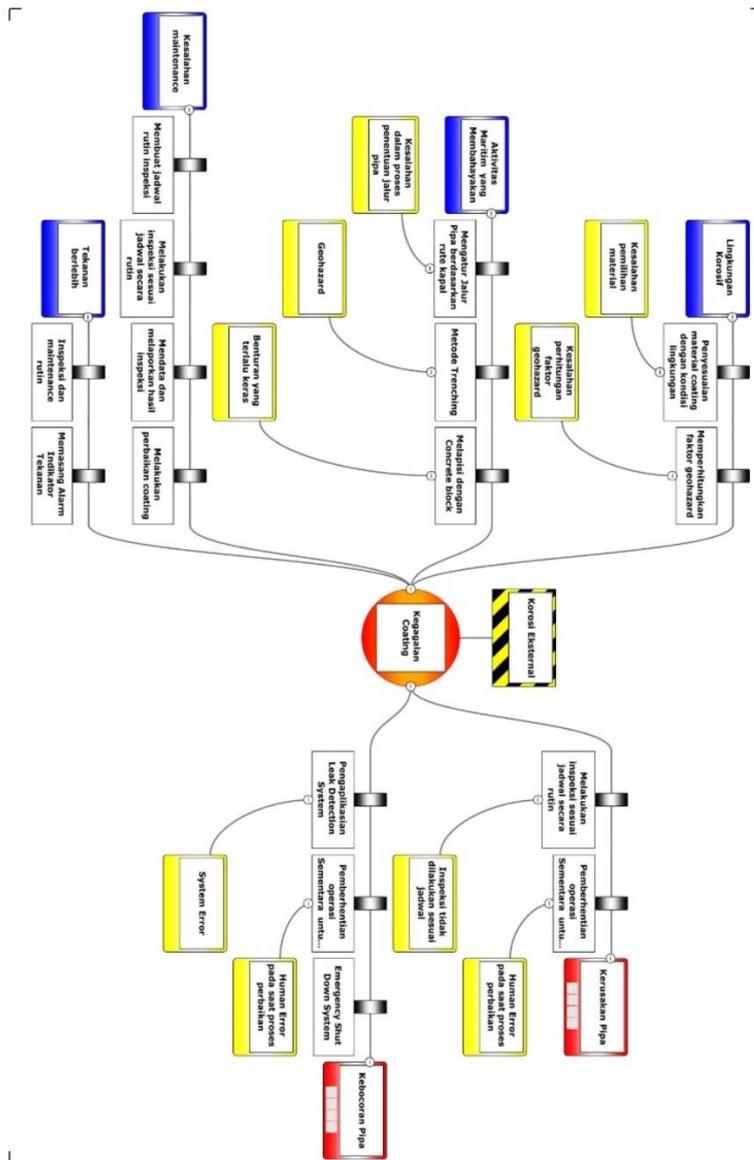
Tabel 4.12 Matriks Risiko pada Aspek Bisnis

Matriks Risiko Bisnis (Business)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5	Yellow	Red	Red	Red	Red
	4	Green	Yellow	Red	B1	Red
	3	Green	A1,A2	C3,D2,E5, F1,F2	Red	Red
	2	Green	B2,B3,B4	D1	C1,C2,E1, E2	Red
	1	Green	Green	E3	E4	Yellow

Berdasarkan matriks risiko yang telah dibuat, didapatkan 1 risiko yang harus segera dieliminasi karena berada pada red area. Risiko tersebut adalah risiko korosi eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh kegagalan coating (B1). Berdasarkan matriks risiko (B1) tidak dapat diterima sehingga harus dilakukan kontrol terhadap risiko karena dapat memengaruhi operasi pipa bawah laut kedepannya.

#### 4.6 Analisa dengan Menggunakan Metode *Bowtie*

Setelah mendapatkan variabel risiko dominan dari hasil indentifikasi dan penelaian risiko maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode *bowtie* untuk mengetahui penyebab, dampak dan kontrol pada setiap risiko ekstrim yang terjadi. Berikut adalah diagram *bowtie* dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.2 Bowtie Analysis

Tabel 4.13 Tabel Penjelasan Diagram

Risiko	Penyebab			Dampak		
	Penyebab	Mitigasi	Faktor Eskalasi	Dampak	Mitigasi	Faktor Eskalasi
Kegagalan Coating	Lingkungan Korosif	Penyesuaian Material Coating dengan kondisi lingkungan	Kesalahan Pemilihan Material	Kerusakan Pipa	Melakukan inspeksi sesuai jadwal secara rutin	Inspeksi yang dilakukan tidak sesuai jadwal yang diberikan dan Human Error
		Memperhitungkan Faktor Geohazard	Kesalahan Perhitungan Faktor Geohazard			
	Aktivitas Maritim yang Membahayakan	Mengatur Jalur Pipa Berdasarkan Rute Kapal	Kesalahan dalam Permodelan Jalur Pipa		Pemberhentian operasi Sementara untuk perbaikan	Inspeksi yang dilakukan tidak sesuai jadwal yang diberikan dan Human Error
		Metode Trenching	Faktor Geohazard			
		Melapisi dengan Concrete block	Benturan yang Terlalu Keras			
	Kesalahan maintenance	Membuat jadwal rutin inspeksi	Human Error	Kebocoran Pipa	Pengaplikasian Leak Detection System	System Error
		Melakukan inspeksi sesuai jadwal secara rutin	Inspeksi yang dilakukan tidak sesuai jadwal yang diberikan dan Human Error			
		Mendata dan melaporkan hasil inspeksi	Miskomunikasi dan Human Error		Pemberhentian operasi Sementara untuk perbaikan	Inspeksi yang dilakukan tidak sesuai jadwal yang diberikan dan Human Error
		Melakukan perbaikan coating	Miskomunikasi dan Human Error			
	Tekanan berlebih	Inspeksi dan maintenance rutin	Human Error	Emergency Shut Down System	System Error	
		Memasang Alarm Indikator Tekanan	System Error			

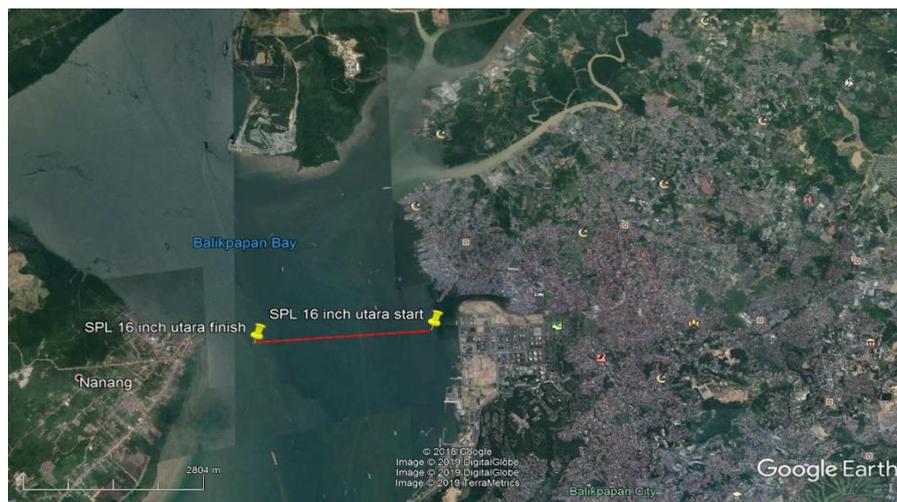
#### 4.7. Safety Case Document

*Safety Case* adalah sebuah dokumen sistem manajemen resiko yang dibuat oleh para operator dari sebuah fasilitas yang terdiri dari identifikasi *hazard* dan potensinya kepada resiko, deskripsi dari bagaimana kontrol terhadap resiko tersebut, dan deskripsi dari *safety management system* agar kontrol resiko tersebut dapat diaplikasikan dengan efektif dan konsisten. (Rausand, 2011). Kerangka dari sebuah safety case terdiri dari:

1. Deskripsi Fasilitas
2. Tujuan
3. *Formal Safety Assesment*
4. Penanganan Risiko
5. *Safety Management System*

##### 4.7.1. Deskripsi Fasilitas

Lokasi pipa bawah laut ini terdapat di daerah Penajam – Balikpapan milik PT. X bagian Selatan. Pipa bawah laut yang memiliki fungsi utama sebagai *main oil line* (MOL) dari Penajam – Balikpapan. Untuk spesifikasi mendetail Pipa bawah laut ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Lokasi pipa bawah laut ini dapat dilihat pada peta dibawah ini.



Gambar 4.3. Lokasi Pipa Bawah Laut Penajam - Balikpapan

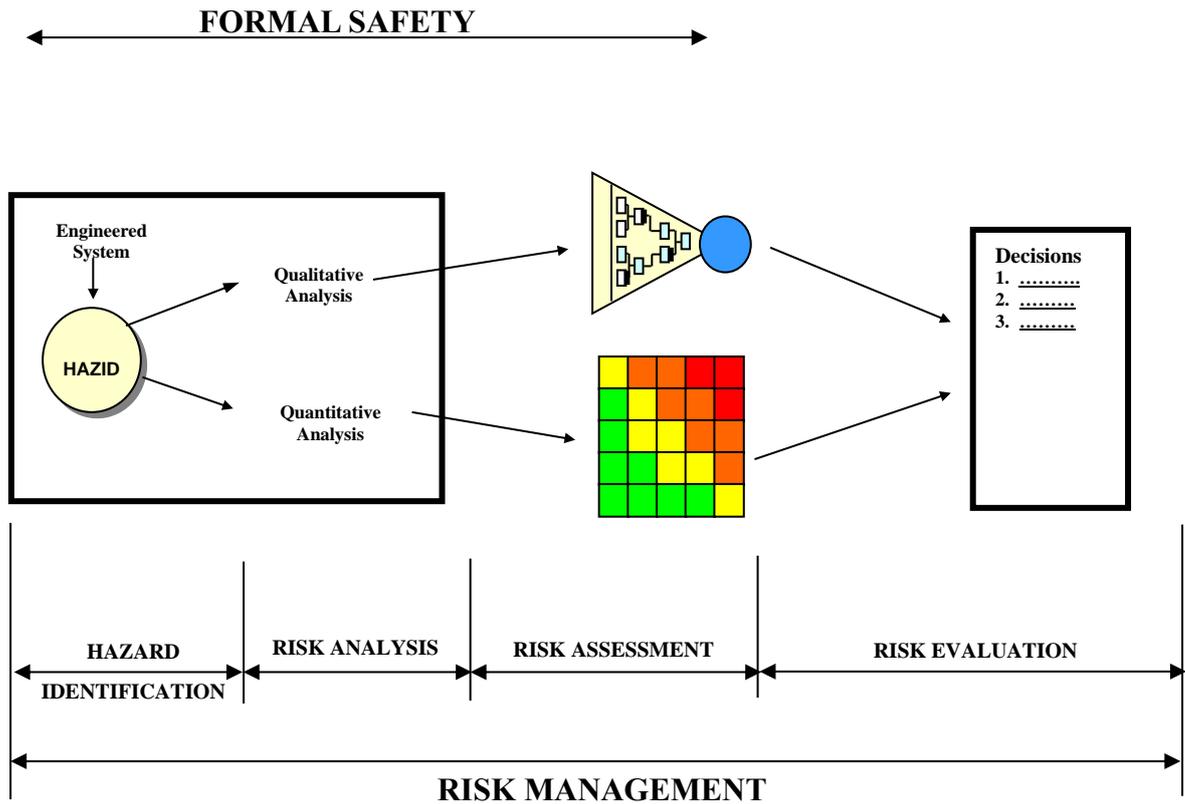
#### **4.7.2. Tujuan**

Safety Case Document ini dibentuk untuk memenuhi tujuan:

1. Menerapkan *Safety Case Approach* untuk manajemen risiko pada pipa bawah laut dengan penilaian risiko dengan mempertimbangkan frekuensi kejadian (likelihood), keparahan (severity), dan mitigasi untuk setiap risiko yang dominan.
2. Menyajikan perhitungan risiko setiap penyebab kegagalan sesuai dengan tingkat risikonya dengan mengacu kepada DNV RP F107

#### **4.7.3. Formal Safety Assessment**

Tahap pertama dalam sebuah Formal Safety Assessment adalah Hazard Identification (HAZID) untuk mengetahui hazard yang akan berpotensi menjadi penyebab kegagalan pada pipa bawah laut. Hazard Identification dikelompokkan dalam 2 (dua) jenis, yaitu Qualitative Analysis dan Quantitative Analysis. Hasil dari Qualitative Analysis dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang didapat dari wawancara dengan profesional dan studi literatur. Hasil dari Quantitative analysis dapat dilihat pada Tabel 4.10, 4.11, dan 4.12 yang didapat dari penyebaran kuisisioner untuk mendapatkan nilai frekuensi (Likelihood) dan keparahan (Severity) dari setiap risiko yang telah didapatkan. Lalu hasil penilaian risiko tersebut digolongkan untuk mendapatkan risiko yang dominan berdasarkan Matrix Risiko yang mengacu kepada DNV RP F107. Hasil penggolongan tersebut berdasarkan Likelihood Index dan Severity Index yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6. Tahapan dari Formal Safety Assessment dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Formal Safety Assesment

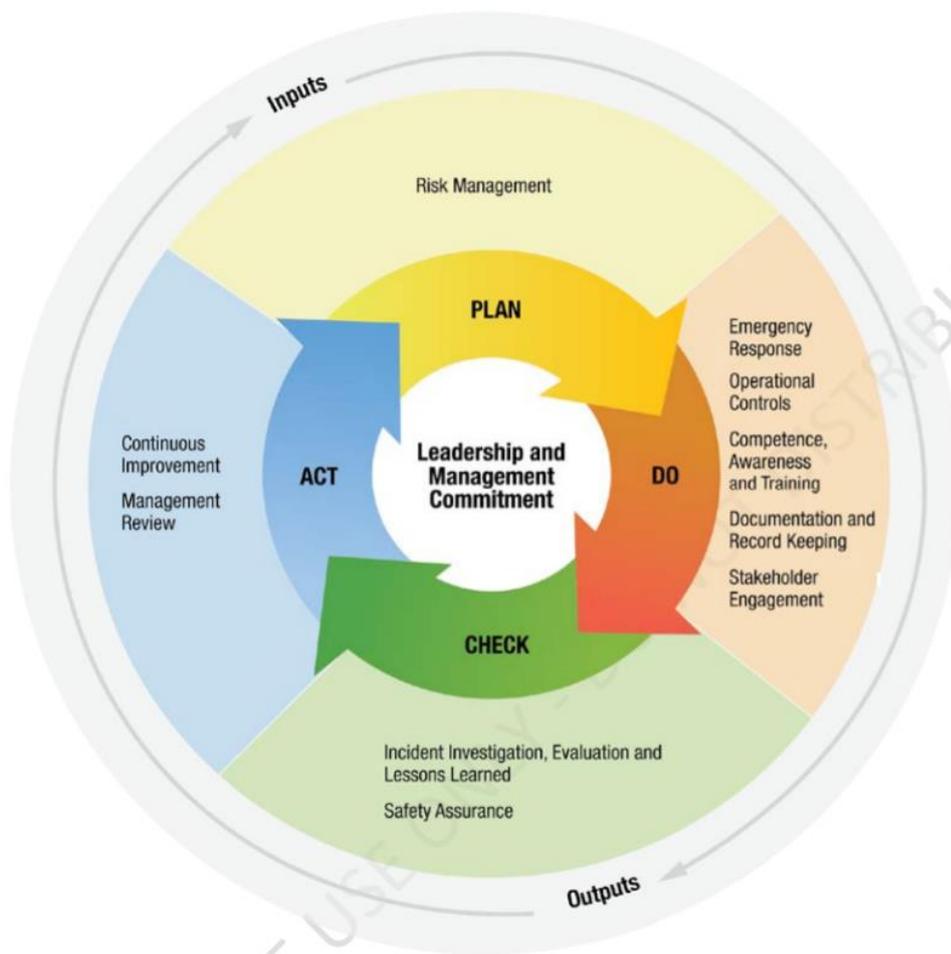
#### 4.7.4. Penanganan Risiko

Setelah dilakukan perhitungan terhadap tingkatan risiko dari tiap penyebab kegagalan, maka dapat diketahui risiko yang tidak dapat diterima sehingga perlu dilakukan kontrol terhadap risiko tersebut.. Penanganan risiko dilakukan guna penanganan untuk risiko kegagalan pipa bawah laut yang dominan. Penanganan risiko dilakukan dengan bantuan metode Bowtie Analysis. Hasil dari analisis ini dapat dilihat pada Tabel 4.13. Hasil analisis tersebut meliputi penyebab dan dampak dari risiko tersebut beserta pencegahannya agar risiko tersebut tidak terjadi serta factor eskalasi dari setiap tindakan pencegahan yang dilakukan agar dapat dilakukan Tindakan preventif lebih lanjut.

#### 4.7.5. Safety Management System

*Safety Management System* (SMS) adalah sebuah sistem yang berguna untuk memantau dan mengontrol risiko secara berkelanjutan dan memastikan kontrol atas risiko tersebut aman dan efektif. Menurut API RP 1173 *Safety Management System* disusun berdasarkan prinsip PDCA, yaitu:

1. *Plan* : Tahap ini merupakan pembuatan manajemen risiko. Tahap ini merupakan penetapan tujuan yang ingin dicapai dan perencanaan yang diperlukan dalam pembentukan SMS.
2. *Do* : Tahapan ini adalah eksekusi dari yang direncanakan pada tahap 1.
3. *Check* : Tahapan ini berupa pengecekan kesesuaian antara Tahap 1 dan 2.
4. *Act* : Tahapan ini dilakukan untuk meningkatkan performa dari seluruh sistem berdasarkan evaluasi dari yang direncanakan dan yang terjadi saat pelaksanaan.



Gambar 4.5. Prinsip PDCA (API RP 1173)

#### **4.5.7.1. Plan**

Tahapan ini berupa manajemen risiko yang meliputi identifikasi hazard dan risiko, perhitungan risiko serta tindakan pencegahan dan mitigasi risiko yang diperlukan. Risk Management telah dilakukan dengan bantuan metode Bowtie Analysis yang hasilnya terdapat pada Tabel 4.13.

#### **4.5.7.2. Do**

Berdasarkan perencanaan yang dibuat pada tahapan sebelumnya maka perlu dilakukan:

- a. **Operation Control**  
Ini dilakukan untuk memastikan sistem yang dijalankan sesuai dengan standar keselamatan yang diberlakukan. Perlu juga dilakukan pembuatan jadwal inspeksi pada pipa bawah laut secara rutin dan teratur. Dilanjutkan dengan pelaksanaan inspeksi sesuai jadwal. Hal ini sangat berpengaruh terhadap integritas dari Pipeline operator.
- b. **Emergency Response**  
Ini dilakukan untuk mengantisipasi kejadian – kejadian yang diluar perkiraan. Perlu dijadwalkan simulasi keselamatan pekerja secara rutin untuk memastikan sistem evakuasi yang dibuat berjalan dengan baik dan efektif. Lalu, perlu dilakukan simulasi Emergency Shut Down System untuk memastikan tidak terjadi system failure pada saat terjadi kerusakan pipa. Yang terakhir, dilakukan simulasi komunikasi dengan pihak ketiga agar tidak terjadi miskomunikasi saat terjadi kecelakaan atau kerusakan pada pipa bawah laut.
- c. **Documentation and Record Keeping**  
Dokumentasi hasil kegiatan diperlukan guna menjadi sumber evaluasi sehingga dapat meningkatkan performa dan keselamatan. Setiap dokumen harus dicek dan dievaluasi oleh para stakeholder.

#### **4.5.7.3. Check**

Pada tahap ini dilakukan investigasi dan evaluasi dari insiden yang terjadi. Hal yang perlu dilakukan adalah investigasi penyebab dari kegagalan yang terjadi. Lalu evaluasi perencanaan yang telah dibuat di awal mengacu pada kejadian yang terjadi di lapangan dengan bantuan dari HSE Advisor.

#### **4.5.7.4. Act**

Pada tahap ini dilakukan manajemen untuk meningkatkan performa dan keselamatan secara berkelanjutan. Peninjauan dan evaluasi dilakukan oleh para *stakeholder* (CEO) untuk menentukan regulasi baru yang akan dikeluarkan. Pada tahap ini documentation dan record keeping akan sangat berguna untuk membantu peninjauan.

## **BAB V KESIMPULAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Bagian ini akan membahas mengenai hasil dari penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang menjadi topik penelitian dalam tugas akhir. Dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat total 18 risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut PT. X Penajam – Balikpapan. Dimana setiap risiko terbagi dalam 6 *hazard* utama yaitu, korosi internal, korosi eksternal, cacat konstruksi, *fatigue*, aktivitas maritime, dan kesalahan operasi.
2. Dari hasil perhitungan *likelihood* dan *severity* yang dilakukan dengan penyebaran kuisioner, didapatkan hasil *likelihood rank* tertinggi untuk risiko korosi eksternal yang diakibatkan oleh kegagalan *coating*. Untuk hasil *severity rank* pada aspek keselamatan didapatkan hasil tertinggi untuk risiko sabotase, untuk aspek lingkungan didapatkan hasil tertinggi untuk risiko *anchor hit*, dan untuk aspek bisnis didapatkan hasil tertinggi untuk risiko kegagalan *coating*, cacat pengelasan, cacat konstruksi, *anchor hit*, *anchor dragging*, dan sabotase.
3. *Safety Management System* dirangkai menggunakan prinsip *plan-do-check-act* berdasarkan manajemen risiko untuk risiko yang dominan yaitu kegagalan *coating*. Manajemen risiko yang dibuat menggunakan metode *bowtie analysis* untuk mengetahui penyebab, dampak, dan mitigasi yang dilakukan dari risiko yang dominan. Untuk penjabaran manajemen risiko yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian untuk tugas akhir ini, ada beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya sebagai berikut:

1. Melakukan manajemen risiko menggunakan metode yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih merinci, serta sebagai pembandingan dengan tugas akhir ini.

2. Melakukan wawancara dan pengambilan kuisisioner secara langsung bersama responden untuk mendapatkan hasil yang lebih jelas dan terperinci.
3. Meningkatkan manajemen risiko menggunakan *cost benefit analysis* untuk mengetahui perbandingan *cost* dan *benefit* dari manajemen risiko yang dilakukan pada risiko yang dominan.
4. Safety System Management dapat ditingkatkan dengan melihat mekanisme manajemen keselamatan secara langsung sehingga mendapatkan hasil yang terperinci mengenai kejadian yang terjadi dilapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bahar, J., and Crandall, K. (1990). *Systematic Risk Management Approach for Construction Projects*. ASCE Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 116, No 3, pp. 533-546.
- Artana, Ketut Buda dkk. 2008. *Analisa Risiko Pada Pipa Gas Bawah Laut*. Surabaya: ITS Press.
- Davis & Cosenza. 1998. *Business Research for Decision-Making*, PWO. Kent Publishing, Boston.
- Det Norske Veritas (DNV) RP – F107. 2001. *Risk Assessment of Pipeline Protection*.
- Det Norske Veritas (DNV) RP-G101. 2010. *Risk Based Inspection Of Offshore Topside Static Mechanical Equipment*
- Det Norske Veritas (DNV). 2002. *Marine Risk Assessment*.
- Department of Mines and Petroleum. 2011. *Submission of a Petroleum Pipeline Safety Case*.
- Guntara, Robby. 2016. *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Bowtie Analysi Pada Proyek Mooring Chain Replacement Pada Production Barge “SEAGOOD 101”*. Surabaya: ITS.
- Hakim, Alif Akbar. 2018. *Analisis Resiko Kegagalan Operasi Dengan Menggunakan Metode HAZOP Analysis Pada Onshore Pipeline PT. X*. Surabaya: ITS.
- Kenny. 2018. *“Offshore Pipeline – Element of Managing Risks”*.

- Long, Le-Hoai dkk. 2008. *Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A Comparison with Other Selected Countries*. KSCE Journal of Civil Engineering.
- Lu, Linlin., dkk. 2015. *A Comprehensive Risk Evaluation Method for Natural Gas Pipelines by Combining a Risk Matrix with a Bow-tie Model*. China University of Petroleum, Beijing.
- Muhlbauer, W. Kent. 2004. *Pipeline Risk Management Manual: Ideas, Techniques, and Resource*. Burlington USA: Gulf Professional Publishing.
- Muniz, Marcio V.P., dkk. 2017. *Bow Tie to Improve Risk Management of Natural Gas Pipelines*. Wiley Online Library, USA.
- Rausand, Marvin. 2011. *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications*. John Wiley & Sons, Inc, US
- Shahriar, Anjuman., dkk 2011. *Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis* . University of British Columbia, US
- Skjong, Rolf. 2011. *Expert Judgement and Risk Perception*. DNV GL.



## **LAMPIRAN A**



**DIREKTORAT PEMASARAN DAN NIAGA  
MARINE SERVICES**



**LAPORAN PEKERJAAN  
UNDERWATER SERVICES  
NO : 052 – 2018**

**USER** : MANAGER MAINTENANCE PLANNING & SUPPORT  
**OBYEK PEKERJAAN** : PEMERIKSAAN SUBSEA PIPELINE 16"  
**LOKASI** : PENAJAM - BALIKPAPAN  
**JENIS PEKERJAAN** : UNDERWATER SURVEY / INSPECTION  
**TGL. PELAKSANAAN** : 03 APRIL 2018 S.D 27 APRIL 2018

PT. Pertamina (Persero)  
Underwater Services – Marine Services  
Jl. Yos Sudarso kav. 205, Sunter – Jakarta Utara  
Telp. (021) 6507483, 6509204  
Fax (021) 6504732



**UNDERWATER WORK REPORT**  
**LHK NO. 052 – 2018**



<b>DASAR :</b> -Reff. Retelcon dg VP Marine tgl. 01 April 2018 -Memo MPS no.048/E15140/2018 tgl.06.04.2018 -SPD No.195/F30420/2018-S8 TGL.03.04.2018	<b>PERALATAN :</b> -6 set Tabung selam Scuba -1 bh Kamera -1 set Rust reader & Ultrasonic thickness -Metal detector
<b>LOKASI :</b> TELUK BALIKPAPAN	<b>PELAKSANAAN :</b> 25 hari
<b>OBJEK PEKERJAAN :</b> <b>SPL Ø 16" UTARA DAN SELATAN</b>	<b>JUMLAH PERSONIL :</b> 1 Ka. Team 1 Lead Diver (tmt.03.04.2018 s/d 10.04.2018) 3 Diver
<b>JENIS PEKERJAAN :</b> Underwater Survey / Inspection	

**I. URAIAN PEKERJAAN :**

**A. WAKTU PELAKSANAAN :** 03 April 2018 s.d 27 April 2018

**B. REALISASI PEKERJAAN :**

1. Pencarian titik lokasi SPL Ø 16" Selatan dan Utara
2. Underwater Survey Inspection / NDT SPL Ø 16" Selatan
3. Underwater Survey Inspection / NDT SPL Ø 16" Utara.
4. Monitoring perairan sekitar SPL Penajam – Balikpapan.

**II. HASIL PEMERIKSAAN**

Tim Underwater Services telah melakukan underwater survey inspection SPL Ø 16" :

**1. Pencarian titik lokasi SPL Ø 16" Utara dan Selatan**

- a. Metode pencarian SPL Ø 16 " utara dan selatan sbb :
  - Metode circle dan crossing line dari selatan sejajar Buoy S.1 & S.2 ke arah utara sejajar Buoy U.3 & U.4 pencarian dengan alat bantu metal detector.
- b. Ditemukan posisi SPL Penajam – Balikpapan dari arah selatan ke utara sbb :
  1. SPL Ø 12" titik koordinat S-01°14'40.6" & E-116°48'42.5"
  2. SPL Ø 16" selatan, titik koordinat S-01°14'39.1" & E-116°48'42.4"
  3. SPL Ø 16" utara, titik koordinat S-01°14'37.6" & E-116°48'42.4"
  4. SPL Ø 08" titik koordinat S-01°14'35.5" & E-116°48'42.4"
  5. SPL Ø 20" titik koordinat S-01°14'35.5" & E-116°48'42.3"
- c. Underwater survey inspection SPL Ø 16 " utara dan selatan.

**2. Underwater Survey Inspection SPL Ø 16 " Utara secara Visual**

- a. Pemeriksaan SPL Ø 16 " dimulai dari arah pantai Balikpapan koordinat S-01°14'37.6" & E-116°48'42.4" sebagai acuan titik 0 meter ( Titik marker 1 )
- b. Pemeriksaan visual kondisi SPL Ø 16 " utara sbb :
  1. Scouring pada jarak titik 637 m dengan panjang scouring 4 m x tinggi 10 cm
  2. Titik marker no.2 pada jarak titik 650 m, S-01°14'39.1" & E-116°48'42.4"
  3. Scouring pada jarak titik 676 m dengan panjang scouring 3 m x tinggi 10 cm
  4. Scouring pada jarak titik 681 m dengan panjang scouring 5 m x tinggi 10 cm
  5. Scouring pada jarak titik 692 m dengan panjang scouring 5 m x tinggi 50 cm
  6. Scouring pada jarak titik 698 m dengan panjang scouring 5 m x tinggi 50 cm
  7. Scouring pada jarak titik 708 m dengan panjang scouring 4 m x tinggi 50 cm
  8. Scouring pada jarak titik 714 m dengan panjang scouring 4 m x tinggi 60 cm

9. Scouring pada jarak titik 780 m dengan panjang scouring 5 m x tinggi 25 cm
  10. Scouring pada jarak titik 787 m dengan panjang scouring 4 m x tinggi 50 cm
  11. Scouring pada jarak titik 909 m dengan panjang scouring 4 m x tinggi 50 cm
  12. Titik marker no. 3 pada jarak titik 970 m, S-01°14'38.7" & E-116°48'09.2"
  13. Ditemukan jangkar kapal tersangkut di SPL Ø 16" pada jarak titik 1.361 m ditandai pelampung/ marker titik no.4 koordinat S-01°14'39.1" & E-116°47'55.11"
  14. Scouring pada jarak titik 1.805 m dengan panjang scouring 10 m x tinggi 80 cm, ditandai dengan pelampung/marker titik no.5, koordinat S-01°14'39.2" & E-116°47'39.1"
  15. Scouring pada jarak titik 1.837 m dengan panjang scouring 20 m x tinggi 60 cm
  16. Titik marker no.6 pada jarak titik 2.105 m, koordinat S-01°14'39.4" & E-116°47'28.0"
  17. Titik marker no.7 pada jarak titik 2.323 m, koordinat S-01°14'39.6" & E-116°47'21.6"
  18. Titik marker no.8 pada jarak titik 2.371 m, koordinat S-01°14'39.7" & E-116°47'20.2" kondisi pipa mulai terbenam 10 cm.
- C. Pada jarak titik 2.376 m, ditandai marker no. 9 koordinat S-01°14'39.7" & E-116°47'19.8" ditemukan kondisi SPL Ø 16 " utara crossing dengan SPL Ø 20 " Penajam-Balikpapan.
1. Titik crossing pertama ( arah Balikpapan ) kondisi SPL Ø 20 " diatas SPL Ø 16 "
    - 1.1. SPL Ø 20 " buried 50 %, kondisi concrete retak keliling.
    - 1.2. SPL Ø 16 " terbenam 50 cm kondisi coating rusak, terkelupas dekat titik weld joint.
    - 1.3. Kondisi SPL Ø 16" dari titik crossing / jarak titik 2.376 m ke titik 2.448 m = 72 meter coating rusak terkelupas posisi jam12,indikasi gesekan, dilakukan pengukuran NDT sbb
      - Jarak titik = 2.384 m ( potensial proteksi pipa = 693 mV & UT = 15.90 mm )
      - Jarak titik = 2.389 m ( potensial proteksi pipa = 693 mV & UT = 16.49 mm )
    - 1.4. Pada jarak titik = 2.394 m diberi marker T-10 , S-01°14'40.1" & E-116°47'19.9"
      - Jarak titik = 2.406 m ( potensial proteksi pipa = 698 mV & UT = 16.95 mm ).
      - Jarak titik = 2.429 m ( potensial proteksi pipa = 603 mV & UT = 16.45 mm ).
    - 1.5. SPL Ø 16" jarak titik 2.466 m coating terkelupas dan pipa tergores 5 cm x 1 cm x 2 mm.
      - Dilakukan pengukuran / NDT : ( potensial proteksi pipa = 671 mV & UT=15.00 mm )
    - 1.6. Pada jarak titik = 2.496 m diberi marker T-11 S-01°14'39.7 & E-116°47'16.2
      - Pengukuran NDT pada jarak titik 2.509m,potensial proteksi pipa 623 mV & UT=16.80mm
      - Pengukuran NDT pada jarak titik 2.526m,potensial proteksi pipa 608 mV & UT=16.85mm
    - 1.7. Pada jarak titik = 2.646 m diberi marker T-12 S-01°14'40.6" & E-116°47'10.7
  2. Titik crossing ke-2 ( arah Penajam ) kondisi SPL Ø 20 " di atas SPL Ø 16 " utara.
    - 2.1. SPL Ø 20 " buried 50 % kondisi concrete retak keliling.
    - 2.2. SPL Ø16 " terbenam 50 cm kondisi coating rusak.
    - 2.3. Kondisi SPL Ø 16" dari jarak titik 2.576 m ke titik 2.815 m / titik crossing = 239 meter, coating rusak terkelupas posisi jam12,indikasi gesekan, titik crossing diberi marker T-13 koordinat S-01°14'41.6" & E-116°47'10.7".
    - 2.4. Pemeriksaan SPL Ø 16 " Utara sampai pada jarak titik = 2.912 m diberi tanda pelampung (T-14), dengan koordinat S-01°14'41.3" & E-116°47'10.3"
- D. Pemeriksaan visual SPL Ø 16" sepanjang 2.912 m dan monitoring perairan sekitar SPL Ø 16 " bersih dari oil spill.

### 3. Underwater Survey Inspection & NDT SPL Ø 16 " Selatan

a. Pemeriksaan SPL Ø 16 " Selatan dimulai dari arah pantai Balikpapan koordinat S-01°14'39.2" & E-116°48'48.0" sebagai acuan titik 0 m (Titik marker 0 ) depth-3 m kondisi pipa terbenam 50 cm

b. Dilakukan pemasangan marker buoy sementara dan pengambilan titik koordinat pada jarak sbb :

1. Marker buoy T- 1 jarak titik 158 m koordinat S-01°14'39.1" & E-116°48'42.4, depth 6 m
2. Marker buoy T- 2 jarak titik 483 m koordinat S-01°14'40.0" & E-116°48'31.4, depth 8 m
3. Marker buoy T- 3 jarak titik 783 m koordinat S-01°14'47.3" & E-116°52'07.3" depth 9 m
4. Marker buoy T- 4 jarak titik 954 m koordinat S-01°14'40.5" & E-116°48'15.2" depth 9 m
5. Marker buoy T- 5 jarak titik 1.248 m koordinat S-01°14'39.1" & E-116°48'42.4" depth 9 m
6. Marker buoy T- 6 jarak titik 1.524 m koordinat S-01°14'41.3" & E-116°48'00.5" depth 9 m
7. Marker buoy T- 7 jarak titik 1.698 m koordinat S-01°14'40.1" & E-116°47'51.6" depth 10 m
8. Marker buoy T- 8 jarak titik 2.107 m koordinat S-01°14'40.7" & E-116°47'39.7" depth 12 m
9. Marker buoy T- 9 jarak titik 2.286 m koordinat S-01°14'40.6" & E-116°47'35.0" depth 15 m
10. Marker buoy T-10 jarak titik 2.555 m koordinat S-01°14'41.0" & E-116°47'26.9" depth 19 m
11. Marker buoy T-11 jarak titik 2.605 m koordinat S-01°14'41.4" & E-116°47'25.3" depth 20 m
12. Marker buoy T-12 jarak titik 3.055 m koordinat S-01°14'43.0" & E-116°47'11.3" depth 24 m
13. Marker buoy T-13 jarak titik 3.330 m koordinat S-01°14'43.7" & E-116°47'02.3" depth 27 m
14. Marker buoy T-14 jarak titik 3.530 m koordinat S-01°14'43.7" & E-116°47'04.2" depth 27 m
15. Marker buoy T-15 jarak titik 3.710 m koordinat S-01°14'51.1" & E-116°48'37.7" depth 28 m

c. Pemeriksaan SPL Ø 16" Selatan terdapat *scouring / free span* pada jarak meter sbb :

1. Titik 86 m s/d 132 m kondisi pipa *scouring / free span* panjang 46 m x tinggi 30 - 60 cm.
2. Titik 657 m s/d 684 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 27 m x tinggi 20 - 40 cm.  
Kondisi *scouring / free span* dibawah pipa ada grouting bag jarak 20 - 40 cm.
3. Titik 823 m s/d 833 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 10 m x tinggi 50 cm.
4. Titik 884 m s/d 887 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 3 m x tinggi 50 cm .
5. Titik 938 m s/d 941 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 3 m x tinggi 50 cm.
6. Titik 1.031 m s/d 1.266 m = 235 m SPL Ø 16 " selatan kondisi terbenam 20 cm s/d 50 cm
7. Titik 1.593 m s/d 1.596 m kondisi pipa *scouring/free span* panjang 3 m x tinggi 50 cm.
8. Titik 2.277 m s/d 2.280 m kondisi pipa *scouring/free span* panjang 3 m x tinggi 70 cm.
9. Titik 2.281 m s/d 2.286 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 3 m x tinggi 50 cm .
10. Titik 2.505 m s/d 2.551 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 6 m x tinggi 50 cm .
11. Titik 3,652 m s/d 3.661 m kondisi pipa *scouring / free span*, panjang 9 m x tinggi 50 cm .

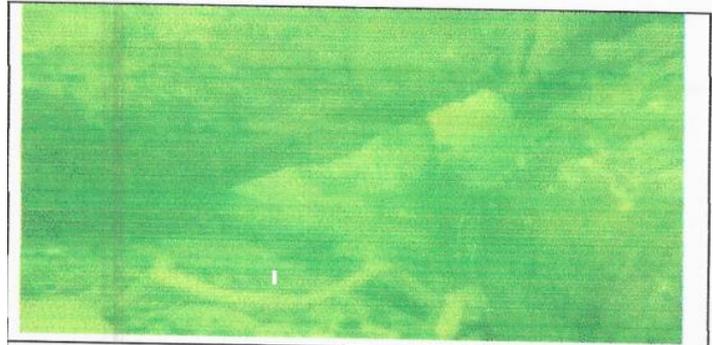
d. Pemeriksaan SPL Ø 16" Selatan *coating* mengalami kerusakan pada jarak meter sbb :

1. Titik 86 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-15 cm x L-05 cm x T-04 mm)  
potensial proteksi pipa = 808 mV
2. Titik 118 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-10 cm x L-05 cm x T-04 mm)  
potensial proteksi pipa = 808 mV
3. Titik 122 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-15 cm x L-15 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 808 mV
4. Titik 150 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-60 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 813 mV
5. Titik 158 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-20 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 813 mV
6. Titik 488 m *coating* SPL mengalami kerusakan, dimensi ( P-10 cm x L-05 cm x T-04 mm)  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa = 16.25 mm.
7. Titik 492 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-60 cm x L-05 cm x T-04 mm)
8. Titik 497 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-10 cm x L-05 cm x T-04 mm)
9. Titik 505 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-15 cm x L-05 cm x T-04 mm)

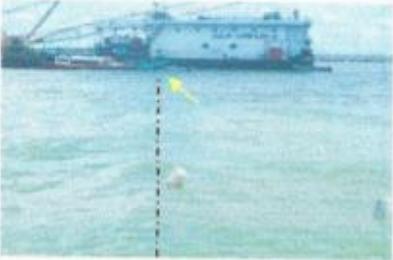
10. Titik 555 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-25 cm x L-15 cm x T-04 mm)  
Potensial proteksi pipa = 808 mV & ketebalan pipa = 16.20 mm.
11. Titik 632 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi (P-50 cm x L-20 cm x T-04 mm)  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa = 15.95 mm.
12. Titik 639 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi (P-60 cm x L-15 cm x T-04 mm)
13. Titik 718 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-40 cm x L-10 cm x T-04 mm )
14. Titik 737 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-50 cm x L-10 cm x T-04 mm )
15. Titik 880 m, *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-50 cm x L- 30 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa 16.40 mm )
16. Titik 902 m, *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi ( P-40 cm x L- 20 cm x T- 04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 815 mV & ketebalan pipa 16.55 mm )
17. Titik 954 m *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi (P-50 cm x L-30 cm x T-04 mm)  
Potensial proteksi pipa = 815 mV & ketebalan pipa = 16.65 mm.
18. Titik 1.374 m , *coating* pipa mengalami kerusakan, dimensi (P-200 cm x L-15 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa = 15.75 mm
19. Titik 1.398 m *coating* pipa mengalami kerusakan ((P-1.500 cm x L-30 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 810 mV & ketebalan pipa = 14.70 mm
20. Titik 1.423 m *coating* pipa mengalami kerusakan (P-2.500 cm x L-35 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 808 mV & ketebalan pipa = 16.95 mm
21. Titik 1.524 m *coating* pipa mengalami kerusakan (P-40 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 749 mV & ketebalan pipa = 15.55 mm
22. Titik 1.574 m *coating* pipa mengalami kerusakan (P-30 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 800 mV & ketebalan pipa = 15.30 mm
23. Titik 1.643 m *coating* pipa mengalami kerusakan ((P-30 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 801 mV & ketebalan pipa = 15.00 mm
24. Titik 1.706 m s/d 2.286 m = 580 m *coating* rusak / terkelupas dari jam 09 – 03.
25. Titik 1.706 m, potensial proteksi pipa = 798 mV & ketebalan pipa = 16.55 mm
26. Titik 1.836 m, potensial proteksi pipa = 802 mV & ketebalan pipa = 15.70 mm
27. Titik 1.870 m, potensial proteksi pipa = 806 mV & ketebalan pipa = 15.50 mm
28. Titik 1.897 m, potensial proteksi pipa = 807 mV & ketebalan pipa = 15.75 mm
29. Titik 2.107 m, potensial proteksi pipa = 811 mV & ketebalan pipa = 15.85 mm
30. Titik 2.157 m, potensial proteksi pipa = 813 mV & ketebalan pipa = 16.80 mm
31. Titik 2.207 m, potensial proteksi pipa = 812 mV & ketebalan pipa = 15.80 mm
32. Titik 2.257 m, potensial proteksi pipa = 814 mV & ketebalan pipa = 15.55 mm
33. Titik 2.318 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-50 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 808 mV & ketebalan pipa = 16.05 mm
34. Titik 2.355 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-60 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 815 mV & ketebalan pipa = 14.40 mm
35. Titik 2.382 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-1500 cm x L-30 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 815 mV & ketebalan pipa = 14.65 mm
36. Titik 2.405 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-1.000 cm x L320 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 807 mV & ketebalan pipa = 15.75 mm
37. Titik 2.463 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-80 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa = 16.55 mm
38. Titik 2.498 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-50 cm x L-30 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 809 mV & ketebalan pipa = 16.55 mm
39. Titik 2.684 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-10 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 816 mV & ketebalan pipa = 16.50 mm
40. Titik 2.697 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-100 cm x L-20 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 816 mV & ketebalan pipa = 14.05 mm
41. Titik 3.025 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-20 cm x L-15 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 860 mV & ketebalan pipa = 14.05 mm
42. Titik 3.155 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-15 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 810 mV & ketebalan pipa = 15.15 mm
43. Titik 3.255 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-25 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 802 mV & ketebalan pipa = 15.05 mm
44. Titik 3.483 m , *coating* pipa mengalami kerusakan (P-15 cm x L-10 cm x T-04 mm )  
Potensial proteksi pipa = 823 mV & ketebalan pipa = 15.00 mm



Kondisi SPL Ø 16 " pada jarak 1.361 ditemukan jangkar tersangkut



Kondisi SPL lokasi jangkar concrete rusak / terkelupas

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>Titik terakhir pemeriksaan ( T.11 kondisi dibawah kapal Sea heaven )</p>	<p>Kerusakan coating SPL 16 selatan titik 86 meter (p-15cm, L-5cm, T-04 mm)</p>	<p>Kerusakan coating SPL 16 selatan titik 118 meter (p-10cm, L-5cm, T-0,4mm)</p>
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<p>Kerusakan coating SP16 T.122 m (p-15cmxL-15cm x0,4mm)</p>	<p>Kerusakan coating SPL-16 T.150 m (p-60cmxL-10cmx0,4mm)</p>	<p>Kerusakan coating SPL16 T.158 m (p-20cmxL-10cmx0.4mm)</p>

## **LAMPIRAN B**

# KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY*

Judul Tugas Akhir :

MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK  
*SAFETY CASE DOCUMENT*



Disusun Oleh :

Jonathan Armen

0431164000055

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020

## **LATAR BELAKANG**

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa dapat mengalami risiko dari berbagai macam aspek, mulai dari lingkungan (environment), bisnis (business/asset), dan keselamatan kerja (safety). Analisis dan manajemen risiko merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan oleh setiap dalam perancangan dan masa operasi pipa. Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan dari data inspeksi yang didapatkan.

## **TUJUAN SURVEI**

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (likelihood) serta tingkat keparahan (severity) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil kuesioner dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko pada pipa bawah laut di Penajam Balikpapan.

## **RESPONDEN**

Kuisisioner dari survei ini ditujukan kepada pihak yang berpengalaman dalam bidang Pipeline Engineering.

## **KERAHASIAAN INFORMASI**

Data responden dan informasi yang diberikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiannya dan dipakai hanya untuk kepentingan Tugas Akhir. Sehingga diharapkan untuk para responden dapat mengisi kuesioner secara objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya berterimakasih atas ketersediaan bapak/ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner ini. Saya juga berharap bapak/ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali terkait pengisian kuesioner apabila ada pertanyaan lebih lanjut dari peneliti.

## **DATA RESPONDEN**

1. Nama : Hendra Bororing
2. No. Telp : 081218989684
3. Jabatan : HSE Advisor
4. Nama Perusahaan : Medco E&P Natuna
5. Lama Bekerja : >10 Tahun

## PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda cross (X) atau check (√) pada kolom yang diberikan. Keterangan skala untuk tingkat frekuensi kejadian (*Likelihood*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang sekali terjadi	Kejadian sangat jarang terjadi sehingga bisa diabaikan
2	Kadang - kadang	Kejadian jarang terjadi
3	Dapat Terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek keselamatan (*Safety*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Keselamatan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Kejadian tidak membutuhkan perbaikan dan tidak terjadi kecelakaan
2	<i>Slight</i>	Kecelakaan terjadi, ringan, tidak ada korban
3	<i>Major Injury</i>	Kecelakaan terjadi, serius, tidak ada korban
4	<i>Single Fatality</i>	Kecelakaan serius, ada korban
5	<i>Multiple Fatality</i>	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, korban jiwa > 1

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek lingkungan (*Environment*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Lingkungan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severiy	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Tidak ada, kecil atau tidak signifikan pengaruh terhadap lingkungan

2	Ringan	Kerusakan ringan, polusi yang ditimbulkan dapat dibersihkan segera atau bisa di dekomposisi oleh air laut
3	Moderat	Polusi yang ditimbulkan ukuran sedang, polusi yang ditimbulkan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami, atau bisa dibersihkan segera secara manual
4	Tingkat Tinggi	Kerusakaan yang terjadi cukup tinggi, polusi bisa dibersihkan secara manual dan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami
5	Sangat Tinggi	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, polusi sangat besar dan mengganggu ekosistem, butuh waktu yang sangat panjang untuk di dekomposisi oleh alam.

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek bisnis (*Business*) adalah sebagai berikut :

**Kriteria Penilaian Tingkat Keparahhan (*Severity*)  
dalam Aspek Bisnis (*DNV.RP.F107*)**

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Keparahan tidak membutuhkan perbaikan, tidak mempengaruhi operasi pipa
2	Ringan	Kerusakan ringan, reparasi dapaat ditunda menunggu waktu shutdown dan dapat dibersihkan segera dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dibawah 1 bulan.
3	Moderat	Kerusakan menyebabkan fasilitas yang terganggu dengan biaya perbaikan signifikan. Perbaikan memerlukan operasi bawah air yang tidak terjadwal dengan sistem perbaikan yang membutuhkan waktu 1-3 bulan.
4	Tingkat Tinggi	Kerusakan menyebabkan shutdown tanpa batas waktu tertentu, kerusakan signifikan, dibutuhkan perbaikan bawah air, dan pengaruh pada keseluruhan sistem produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan 3 - 12 bulan.
5	Sangat Tinggi	Kerusakan dalam skala parah, kerugian sangat parah dan shutdown untuk waktu yang lama, 1-3 tahun.

1. Tingkat Frekuensi (Likelihood)

Risiko			Likelihood				
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif		X			
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa		X			
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>			X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		X			
B3		Korosi akibat Tanah	X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	X				
C2		Cacat Konstruksi	X				
C3		Kesalahan Instalasi	X				
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih	X				
D2		Freespan pada Pipa		X			
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X			
E2		<i>Anchor Dregging</i>	X				
E3		<i>Dredging</i>	X				
E4		Sabotase	X				
E5		Aktivitas Nelayan				X	
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		X			
F2		<i>Maintenance Error</i>				X	

2. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity															
			Safety					Environment					Business					
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A1	Korosi Inernal	Fluida yang Korosif		X						X				X				
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa		X					X						X			
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>			X					X						X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik			X					X				X				
B3		Korosi akibat Tanah		X					X					X				
B4		Korosi akibat Air Laut		X					X					X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan			X					X						X		
C2		Cacat Konstruksi			X					X						X		
C3		Kesalahan Instalasi			X					X					X			
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih			X				X						X			
D2		Freespan pada Pipa			X					X					X			
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X							X					X		
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X					X							X		
E3		<i>Dredging</i>		X					X						X			
E4		Sabotase				X					X						X	
E5		Aktivitas Nelayan		X					X						X			
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		X					X					X				
F2		<i>Maintenance Error</i>			X				X					X				

# KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY*

Judul Tugas Akhir :

MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK

*SAFETY CASE DOCUMENT*



Disusun Oleh :

Jonathan Armen

0431164000055

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020

## **LATAR BELAKANG**

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa dapat mengalami risiko dari berbagai macam aspek, mulai dari lingkungan (environment), bisnis (business/asset), dan keselamatan kerja (safety). Analisis dan manajemen risiko merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan oleh setiap dalam perancangan dan masa operasi pipa. Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan dari data inspeksi yang didapatkan.

## **TUJUAN SURVEI**

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (likelihood) serta tingkat keparahan (severity) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil kuesioner dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko pada pipa bawah laut di Penajam Balikpapan.

## **RESPONDEN**

Kuisisioner dari survei ini ditujukan kepada pihak yang berpengalaman dalam bidang Pipeline Engineering.

## **KERAHASIAAN INFORMASI**

Data responden dan informasi yang diberikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiannya dan dipakai hanya untuk kepentingan Tugas Akhir. Sehingga diharapkan untuk para responden dapat mengisi kuesioner secara objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya berterimakasih atas ketersediaan bapak/ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner ini. Saya juga berharap bapak/ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali terkait pengisian kuesioner apabila ada pertanyaan lebih lanjut dari peneliti.

## **DATA RESPONDEN**

1. Nama : Gerhard Indra Aditama
2. No. Telp : -
3. Jabatan : Pipeline Engineer
4. Nama Perusahaan : Medco E&P Natuna
5. Lama Bekerja : 10 Tahun

## PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda cross (X) atau check (√) pada kolom yang diberikan. Keterangan skala untuk tingkat frekuensi kejadian (*Likelihood*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang sekali terjadi	Kejadian sangat jarang terjadi sehingga bisa diabaikan
2	Kadang - kadang	Kejadian jarang terjadi
3	Dapat Terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek keselamatan (*Safety*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Keselamatan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Kejadian tidak membutuhkan perbaikan dan tidak terjadi kecelakaan
2	<i>Slight</i>	Kecelakaan terjadi, ringan, tidak ada korban
3	<i>Major Injury</i>	Kecelakaan terjadi, serius, tidak ada korban
4	<i>Single Fatality</i>	Kecelakaan serius, ada korban
5	<i>Multiple Fatality</i>	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, korban jiwa > 1

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek lingkungan (*Environment*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Lingkungan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severiy	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Tidak ada, kecil atau tidak signifikan pengaruh terhadap lingkungan

2	Ringan	Kerusakan ringan, polusi yang ditimbulkan dapat dibersihkan segera atau bisa di dekomposisi oleh air laut
3	Moderat	Polusi yang ditimbulkan ukuran sedang, polusi yang ditimbulkan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami, atau bisa dibersihkan segera secara manual
4	Tingkat Tinggi	Kerusakaan yang terjadi cukup tinggi, polusi bisa dibersihkan secara manual dan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami
5	Sangat Tinggi	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, polusi sangat besar dan mengganggu ekosistem, butuh waktu yang sangat panjang untuk di dekomposisi oleh alam.

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek bisnis (*Business*) adalah sebagai berikut :

**Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*)  
dalam Aspek Bisnis (*DNV.RP.F107*)**

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Keparahan tidak membutuhkan perbaikan, tidak mempengaruhi operasi pipa
2	Ringan	Kerusakan ringan, reparasi dapat ditunda menunggu waktu shutdown dapat dibersihkan segera dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dibawah 1 bulan.
3	Moderat	Kerusakan menyebabkan fasilitas yang terganggu dengan biaya perbaikan signifikan. Perbaikan memerlukan operasi bawah air yang tidak terjadwal dengan sistem perbaikan yang membutuhkan waktu 1-3 bulan.
4	Tingkat Tinggi	Kerusakan menyebabkan shutdown tanpa batas waktu tertentu, kerusakan signifikan, dibutuhkan perbaikan bawah air, dan pengaruh pada keseluruhan sistem produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan 3 - 12 bulan.
5	Sangat Tinggi	Kerusakan dalam skala parah, kerugian sangat parah dan shutdown untuk waktu yang lama, 1-3 tahun.

1. Tingkat Frekuensi (Likelihood)

Risiko			Likelihood				
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif		X			
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa		X			
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>				X	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		X			
B3		Korosi akibat Tanah	X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	X				
C2		Cacat Konstruksi	X				
C3		Kesalahan Instalasi	X				
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X			
D2		Freespan pada Pipa			X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X			
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X			
E3		<i>Dredging</i>	X				
E4		Sabotase	X				
E5		Aktivitas Nelayan			X		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		X			
F2		<i>Maintenance Error</i>		X			

2. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity															
			Safety					Environment					Business					
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A1	Korosi Inernal	Fluida yang Korosif		X					X					X				
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa		X					X					X				
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>			X					X						X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik			X					X				X				
B3		Korosi akibat Tanah	X						X					X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X						X					X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan		X						X						X		
C2		Cacat Konstruksi			X					X						X		
C3		Kesalahan Instalasi			X					X					X			
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih			X				X						X			
D2		Freespan pada Pipa			X				X						X			
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X							X					X		
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X					X							X		
E3		<i>Dredging</i>		X					X						X			
E4		Sabotase				X				X							X	
E5		Aktivitas Nelayan		X					X						X			
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		X					X					X				
F2		<i>Maintenance Error</i>			X				X						X			

# KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY*

Judul Tugas Akhir :

MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK

*SAFETY CASE DOCUMENT*



Disusun Oleh :

Jonathan Armen

0431164000055

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020

## **LATAR BELAKANG**

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa dapat mengalami risiko dari berbagai macam aspek, mulai dari lingkungan (environment), bisnis (business/asset), dan keselamatan kerja (safety). Analisis dan manajemen risiko merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan oleh setiap dalam perancangan dan masa operasi pipa. Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan dari data inspeksi yang didapatkan.

## **TUJUAN SURVEI**

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (likelihood) serta tingkat keparahan (severity) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil kuesioner dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko pada pipa bawah laut di Penajam Balikpapan.

## **RESPONDEN**

Kuisisioner dari survei ini ditujukan kepada pihak yang berpengalaman dalam bidang Pipeline Engineering.

## **KERAHASIAAN INFORMASI**

Data responden dan informasi yang diberikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiannya dan dipakai hanya untuk kepentingan Tugas Akhir. Sehingga diharapkan untuk para responden dapat mengisi kuesioner secara objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya berterimakasih atas ketersediaan bapak/ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner ini. Saya juga berharap bapak/ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali terkait pengisian kuesioner apabila ada pertanyaan lebih lanjut dari peneliti.

## **DATA RESPONDEN**

1. Nama : Agus Wardiman
2. No. Telp : 08118000808
3. Jabatan : Pipeline Engineer
4. Nama Perusahaan : Husky CNOOC Madura Limited
5. Lama Bekerja : >10 Tahun

## PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda cross (X) atau check (√) pada kolom yang diberikan. Keterangan skala untuk tingkat frekuensi kejadian (*Likelihood*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang sekali terjadi	Kejadian sangat jarang terjadi sehingga bisa diabaikan
2	Kadang - kadang	Kejadian jarang terjadi
3	Dapat Terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek keselamatan (*Safety*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Keselamatan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Kejadian tidak membutuhkan perbaikan dan tidak terjadi kecelakaan
2	<i>Slight</i>	Kecelakaan terjadi, ringan, tidak ada korban
3	<i>Major Injury</i>	Kecelakaan terjadi, serius, tidak ada korban
4	<i>Single Fatality</i>	Kecelakaan serius, ada korban
5	<i>Multiple Fatality</i>	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, korban jiwa > 1

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek lingkungan (*Environment*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Lingkungan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severiy	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Tidak ada, kecil atau tidak signifikan pengaruh terhadap lingkungan

2	Ringan	Kerusakan ringan, polusi yang ditimbulkan dapat dibersihkan segera atau bisa di dekomposisi oleh air laut
3	Moderat	Polusi yang ditimbulkan ukuran sedang, polusi yang ditimbulkan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami, atau bisa dibersihkan segera secara manual
4	Tingkat Tinggi	Kerusakaan yang terjadi cukup tinggi, polusi bisa dibersihkan secara manual dan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami
5	Sangat Tinggi	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, polusi sangat besar dan mengganggu ekosistem, butuh waktu yang sangat panjang untuk di dekomposisi oleh alam.

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek bisnis (*Business*) adalah sebagai berikut :

**Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*)  
dalam Aspek Bisnis (*DNV.RP.F107*)**

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Keparahan tidak membutuhkan perbaikan, tidak mempengaruhi operasi pipa
2	Ringan	Kerusakan ringan, reparasi dapat ditunda menunggu waktu shutdown dapat dibersihkan segera dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dibawah 1 bulan.
3	Moderat	Kerusakan menyebabkan fasilitas yang terganggu dengan biaya perbaikan signifikan. Perbaikan memerlukan operasi bawah air yang tidak terjadwal dengan sistem perbaikan yang membutuhkan waktu 1-3 bulan.
4	Tingkat Tinggi	Kerusakan menyebabkan shutdown tanpa batas waktu tertentu, kerusakan signifikan, dibutuhkan perbaikan bawah air, dan pengaruh pada keseluruhan sistem produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan 3 - 12 bulan.
5	Sangat Tinggi	Kerusakan dalam skala parah, kerugian sangat parah dan shutdown untuk waktu yang lama, 1-3 tahun.

1. Tingkat Frekuensi (Likelihood)

Risiko			Likelihood				
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif		X			
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa			X		
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>				X	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		X			
B3		Korosi akibat Tanah		X			
B4		Korosi akibat Air Laut		X			
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	X				
C2		Cacat Konstruksi	X				
C3		Kesalahan Instalasi		X			
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X			
D2		Freespan pada Pipa			X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X			
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X			
E3		<i>Dredging</i>	X				
E4		Sabotase	X				
E5		Aktivitas Nelayan			X		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>		X			
F2		<i>Maintenance Error</i>		X			

2. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity															
			Safety					Environment					Business					
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
A1	Korosi Inernal	Fluida yang Korosif	X						X				X					
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	X						X					X				
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>			X					X						X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik			X					X				X				
B3		Korosi akibat Tanah	X						X					X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X						X				X					
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan		X					X							X		
C2		Cacat Konstruksi			X				X							X		
C3		Kesalahan Instalasi			X				X						X			
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih			X				X						X			
D2		Freespan pada Pipa			X				X						X			
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X							X					X		
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X					X							X		
E3		<i>Dredging</i>		X						X					X			
E4		Sabotase			X					X							X	
E5		Aktivitas Nelayan	X						X						X			
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	X							X					X			
F2		<i>Maintenance Error</i>			X						X				X			

# KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY*

Judul Tugas Akhir :

MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK

*SAFETY CASE DOCUMENT*



Disusun Oleh :

Jonathan Armen

0431164000055

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020

## **LATAR BELAKANG**

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa dapat mengalami risiko dari berbagai macam aspek, mulai dari lingkungan (environment), bisnis (business/asset), dan keselamatan kerja (safety). Analisis dan manajemen risiko merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan oleh setiap dalam perancangan dan masa operasi pipa. Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan dari data inspeksi yang didapatkan.

## **TUJUAN SURVEI**

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (likelihood) serta tingkat keparahan (severity) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil kuesioner dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko pada pipa bawah laut di Penajam Balikpapan.

## **RESPONDEN**

Kuisisioner dari survei ini ditujukan kepada pihak yang berpengalaman dalam bidang Pipeline Engineering.

## **KERAHASIAAN INFORMASI**

Data responden dan informasi yang diberikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiannya dan dipakai hanya untuk kepentingan Tugas Akhir. Sehingga diharapkan untuk para responden dapat mengisi kuesioner secara objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya berterimakasih atas ketersediaan bapak/ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner ini. Saya juga berharap bapak/ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali terkait pengisian kuesioner apabila ada pertanyaan lebih lanjut dari peneliti.

## **DATA RESPONDEN**

1. Nama : Tri Mulyaningrum
2. No. Telp : 08119420703
3. Jabatan : Pipeline Engineer
4. Nama Perusahaan : BJ Service Indonesia
5. Lama Bekerja : >10 Tahun

## PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda cross (X) atau check (√) pada kolom yang diberikan. Keterangan skala untuk tingkat frekuensi kejadian (*Likelihood*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang sekali terjadi	Kejadian sangat jarang terjadi sehingga bisa diabaikan
2	Kadang - kadang	Kejadian jarang terjadi
3	Dapat Terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek keselamatan (*Safety*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Keselamatan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Kejadian tidak membutuhkan perbaikan dan tidak terjadi kecelakaan
2	<i>Slight</i>	Kecelakaan terjadi, ringan, tidak ada korban
3	<i>Major Injury</i>	Kecelakaan terjadi, serius, tidak ada korban
4	<i>Single Fatality</i>	Kecelakaan serius, ada korban
5	<i>Multiple Fatality</i>	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, korban jiwa > 1

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek lingkungan (*Environment*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Lingkungan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severiy	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Tidak ada, kecil atau tidak signifikan pengaruh terhadap lingkungan

2	Ringan	Kerusakan ringan, polusi yang ditimbulkan dapat dibersihkan segera atau bisa di dekomposisi oleh air laut
3	Moderat	Polusi yang ditimbulkan ukuran sedang, polusi yang ditimbulkan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami, atau bisa dibersihkan segera secara manual
4	Tingkat Tinggi	Kerusakaan yang terjadi cukup tinggi, polusi bisa dibersihkan secara manual dan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami
5	Sangat Tinggi	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, polusi sangat besar dan mengganggu ekosistem, butuh waktu yang sangat panjang untuk di dekomposisi oleh alam.

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek bisnis (*Business*) adalah sebagai berikut :

**Kriteria Penilaian Tingkat Keparahhan (*Severity*)  
dalam Aspek Bisnis (*DNV.RP.F107*)**

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Keparahan tidak membutuhkan perbaikan, tidak mempengaruhi operasi pipa
2	Ringan	Kerusakan ringan, reparasi dapaat ditunda menunggu waktu shutdown dan dapat dibersihkan segera dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dibawah 1 bulan.
3	Moderat	Kerusakan menyebabkan fasilitas yang terganggu dengan biaya perbaikan signifikan. Perbaikan memerlukan operasi bawah air yang tidak terjadwal dengan sistem perbaikan yang membutuhkan waktu 1-3 bulan.
4	Tingkat Tinggi	Kerusakan menyebabkan shutdown tanpa batas waktu tertentu, kerusakan signifikan, dibutuhkan perbaikan bawah air, dan pengaruh pada keseluruhan sistem produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan 3 - 12 bulan.
5	Sangat Tinggi	Kerusakan dalam skala parah, kerugian sangat parah dan shutdown untuk waktu yang lama, 1-3 tahun.

1. Tingkat Frekuensi (Likelihood)

Risiko			Likelihood				
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif			X		
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa				X	
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>				X	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik					
B3		Korosi akibat Tanah		X			
B4		Korosi akibat Air Laut		X			
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan		X			
C2		Cacat Konstruksi		X			
C3		Kesalahan Instalasi			X		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X			
D2		Freespan pada Pipa			X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X			
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X			
E3		<i>Dredging</i>	X				
E4		Sabotase	X				
E5		Aktivitas Nelayan			X		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>			X		
F2		<i>Maintenance Error</i>			X		

2. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity														
			Safety					Environment					Business				
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A1	Korosi Inernal	Fluida yang Korosif	X						X				X				
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	X					X						X			
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>		X					X						X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		X					X				X				
B3		Korosi akibat Tanah	X						X				X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X						X				X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan		X					X						X		
C2		Cacat Konstruksi		X					X						X		
C3		Kesalahan Instalasi		X					X						X		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X				X							X		
D2		Freespan pada Pipa		X				X							X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	X							X					X		
E2		<i>Anchor Dregging</i>	X						X						X		
E3		<i>Dredging</i>		X					X					X			
E4		Sabotase			X						X				X		
E5		Aktivitas Nelayan	X						X					X			
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	X						X					X			
F2		<i>Maintenance Error</i>		X					X						X		

# KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY*

Judul Tugas Akhir :

MANAJEMEN RISIKO PIPA BAWAH LAUT DALAM BENTUK

*SAFETY CASE DOCUMENT*



Disusun Oleh :

Jonathan Armen

0431164000055

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2020

## **LATAR BELAKANG**

Pipa bawah laut merupakan moda transportasi fluida yang terbukti efisien. Dalam masa operasinya, pipa dapat mengalami risiko dari berbagai macam aspek, mulai dari lingkungan (environment), bisnis (business/asset), dan keselamatan kerja (safety). Analisis dan manajemen risiko merupakan hal utama yang harus dipertimbangkan oleh setiap dalam perancangan dan masa operasi pipa. Tugas akhir ini adalah penelitian tentang risiko pada pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan berdasarkan dari data inspeksi yang didapatkan.

## **TUJUAN SURVEI**

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data kemungkinan kejadian (likelihood) serta tingkat keparahan (severity) dari risiko kecelakaan kerja sehingga hasil kuesioner dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko pada pipa bawah laut di Penajam Balikpapan.

## **RESPONDEN**

Kuisisioner dari survei ini ditujukan kepada pihak yang berpengalaman dalam bidang Pipeline Engineering.

## **KERAHASIAAN INFORMASI**

Data responden dan informasi yang diberikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiannya dan dipakai hanya untuk kepentingan Tugas Akhir. Sehingga diharapkan untuk para responden dapat mengisi kuesioner secara objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya berterimakasih atas ketersediaan bapak/ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner ini. Saya juga berharap bapak/ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali terkait pengisian kuesioner apabila ada pertanyaan lebih lanjut dari peneliti.

## **DATA RESPONDEN**

1. Nama : Suroto
2. No. Telp : 081399081976
3. Jabatan : Pipeline Engineer
4. Nama Perusahaan : Pertamina Underwater Services
5. Lama Bekerja : >10 Tahun

## PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda cross (X) atau check (√) pada kolom yang diberikan. Keterangan skala untuk tingkat frekuensi kejadian (*Likelihood*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Frekuensi Kejadian (*Likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang sekali terjadi	Kejadian sangat jarang terjadi sehingga bisa diabaikan
2	Kadang - kadang	Kejadian jarang terjadi
3	Dapat Terjadi	Dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek keselamatan (*Safety*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Keselamatan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Kejadian tidak membutuhkan perbaikan dan tidak terjadi kecelakaan
2	<i>Slight</i>	Kecelakaan terjadi, ringan, tidak ada korban
3	<i>Major Injury</i>	Kecelakaan terjadi, serius, tidak ada korban
4	<i>Single Fatality</i>	Kecelakaan serius, ada korban
5	<i>Multiple Fatality</i>	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, korban jiwa > 1

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek lingkungan (*Environment*) adalah sebagai berikut :

### Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*) dalam Aspek Lingkungan (*DNV.RP.F107*)

Tingkat Severiy	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Tidak ada, kecil atau tidak signifikan pengaruh terhadap lingkungan

2	Ringan	Kerusakan ringan, polusi yang ditimbulkan dapat dibersihkan segera atau bisa di dekomposisi oleh air laut
3	Moderat	Polusi yang ditimbulkan ukuran sedang, polusi yang ditimbulkan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami, atau bisa dibersihkan segera secara manual
4	Tingkat Tinggi	Kerusakaan yang terjadi cukup tinggi, polusi bisa dibersihkan secara manual dan membutuhkan waktu untuk bisa dibersihkan secara alami
5	Sangat Tinggi	Kerusakan yang terjadi dalam skala parah, polusi sangat besar dan mengganggu ekosistem, butuh waktu yang sangat panjang untuk di dekomposisi oleh alam.

Untuk tingkat keparahan (*Severity*) dalam aspek bisnis (*Business*) adalah sebagai berikut :

**Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*)  
dalam Aspek Bisnis (*DNV.RP.F107*)**

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Dapat Diabaikan	Keparahan tidak membutuhkan perbaikan, tidak mempengaruhi operasi pipa
2	Ringan	Kerusakan ringan, reparasi dapat ditunda menunggu waktu shutdown dapat dibersihkan segera dengan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dibawah 1 bulan.
3	Moderat	Kerusakan menyebabkan fasilitas yang terganggu dengan biaya perbaikan signifikan. Perbaikan memerlukan operasi bawah air yang tidak terjadwal dengan sistem perbaikan yang membutuhkan waktu 1-3 bulan.
4	Tingkat Tinggi	Kerusakan menyebabkan shutdown tanpa batas waktu tertentu, kerusakan signifikan, dibutuhkan perbaikan bawah air, dan pengaruh pada keseluruhan sistem produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan 3 - 12 bulan.
5	Sangat Tinggi	Kerusakan dalam skala parah, kerugian sangat parah dan shutdown untuk waktu yang lama, 1-3 tahun.

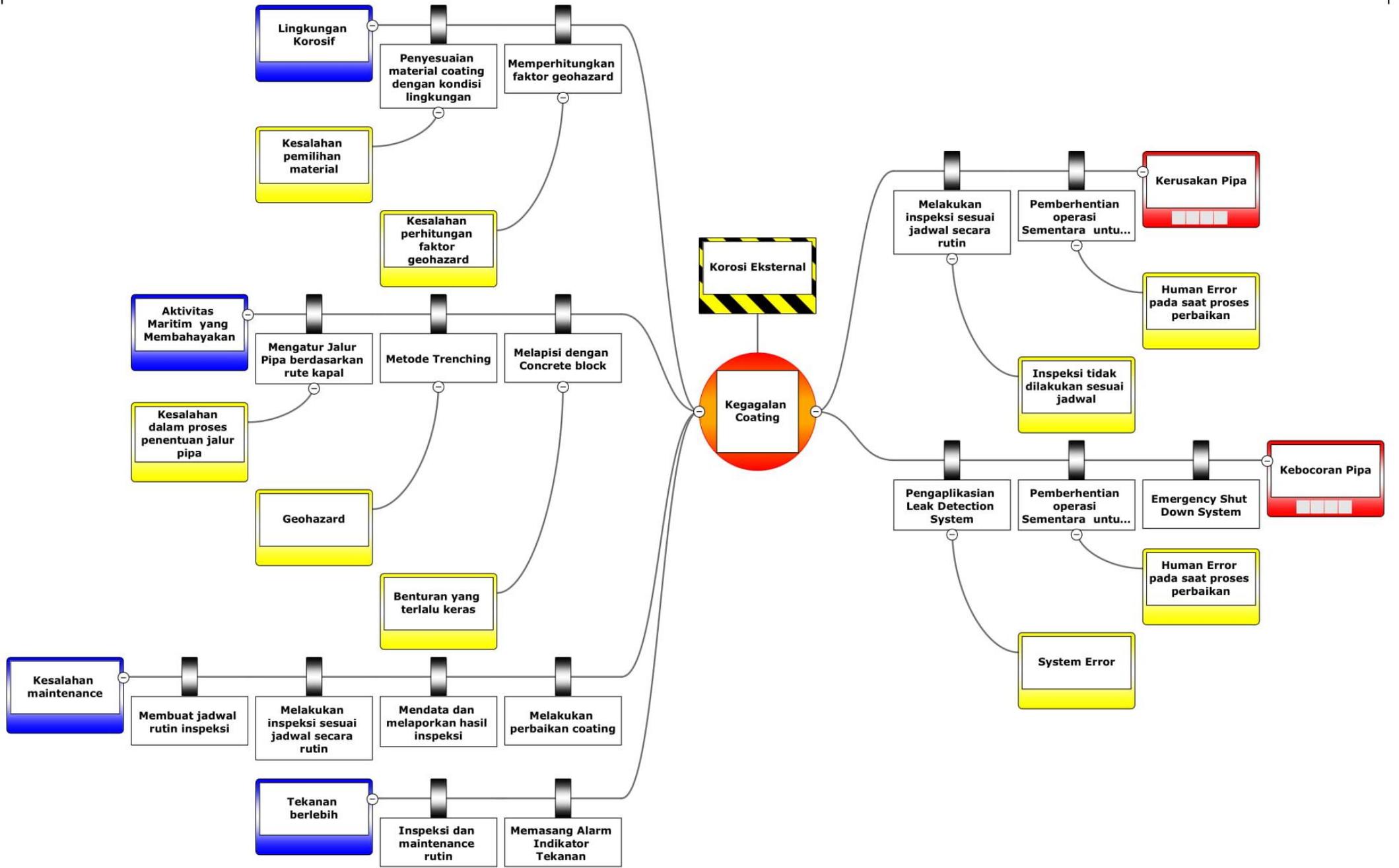
6. Tingkat Frekuensi (Likelihood)

Risiko			Likelihood				
<i>Code</i>	<i>Hazard</i>	<i>Cause</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif			X		
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa				X	
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>				X	
B2		Kegagalan Proteksi Katodik			X		
B3		Korosi akibat Tanah		X			
B4		Korosi akibat Air Laut		X			
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan		X			
C2		Cacat Konstruksi		X			
C3		Kesalahan Instalasi			X		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X			
D2		Freespan pada Pipa			X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>		X			
E2		<i>Anchor Dregging</i>		X			
E3		<i>Dredging</i>		X			
E4		Sabotase	X				
E5		Aktivitas Nelayan			X		
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>			X		
F2		<i>Maintenance Error</i>			X		

2. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Risiko			Severity														
			Safety					Environment					Business				
Code	Hazard	Cause	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A1	Korosi Inernal	Fluida yang Korosif	X					X					X				
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa	X					X						X			
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>		X					X						X		
B2		Kegagalan Proteksi Katodik		X					X				X				
B3		Korosi akibat Tanah	X					X					X				
B4		Korosi akibat Air Laut	X					X					X				
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan	X						X					X			
C2		Cacat Konstruksi	X						X						X		
C3		Kesalahan Instalasi	X						X						X		
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih		X				X							X		
D2		Freespan pada Pipa		X				X							X		
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>	X						X						X		
E2		<i>Anchor Dregging</i>	X					X						X			
E3		<i>Dredging</i>	X					X						X			
E4		Sabotase			X			X								X	
E5		Aktivitas Nelayan	X					X					X				
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>	X					X						X			
F2		<i>Maintenance Error</i>	X					X						X			

## **LAMPIRAN C**



## **LAMPIRAN D**

**SAFETY CASE**  
**PENAJAM – BALIKPAPAN**  
**OFFSHORE PIPELINE**  
**2020**

## 1. Deskripsi Fasilitas

### 1.1. Spesifikasi Pipa

Studi kasus yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah pipa bawah laut di daerah Penajam – Balikpapan milik PT. X bagian Selatan. Pipa bawah laut yang memiliki fungsi utama sebagai *main oil line* (MOL) dari Penajam – Balikpapan. Pipa bawah laut ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut.

DATA PIPA		
Parameters	Unit	Information
Location	-	Penajam – Balikpapan
Section	-	South
Fluid Service	-	MOL
Outer Diameter	Mm	323.8
Wall Thickness	Mm	9.53
Grade	-	API 5L X2, Carbon Steel
Water Depth	M	22
Design Pressure	psig (Mpa)	200 (93.3)
Operation Pressure	psig (Mpa)	120 (48.9)
Corrosion Allowance	Mm	3

1.2. Lokasi Pipa Penajam - Balikpapan



## **2. Responsible Manager**

1. *Health, Safety, and Environment (HSE) Manager* bertanggung jawab atas *risk assessment*, perancangan manajemen risiko, dan perencanaan dan penyusunan *safety system management*.
2. *Facility Manager* bertanggung jawab atas pengimplemetasian *safety system management* dan *documentation and record keeping*
3. *Chief Executive Officer (CEO)* bertanggung jawab untuk meninjau *safety case* dan memiliki otoritas untuk mengeluarkan regulasi baru berdasarkan laporan evaluasi dan investigasi yang dilakukan jika terjadi kegagalan.

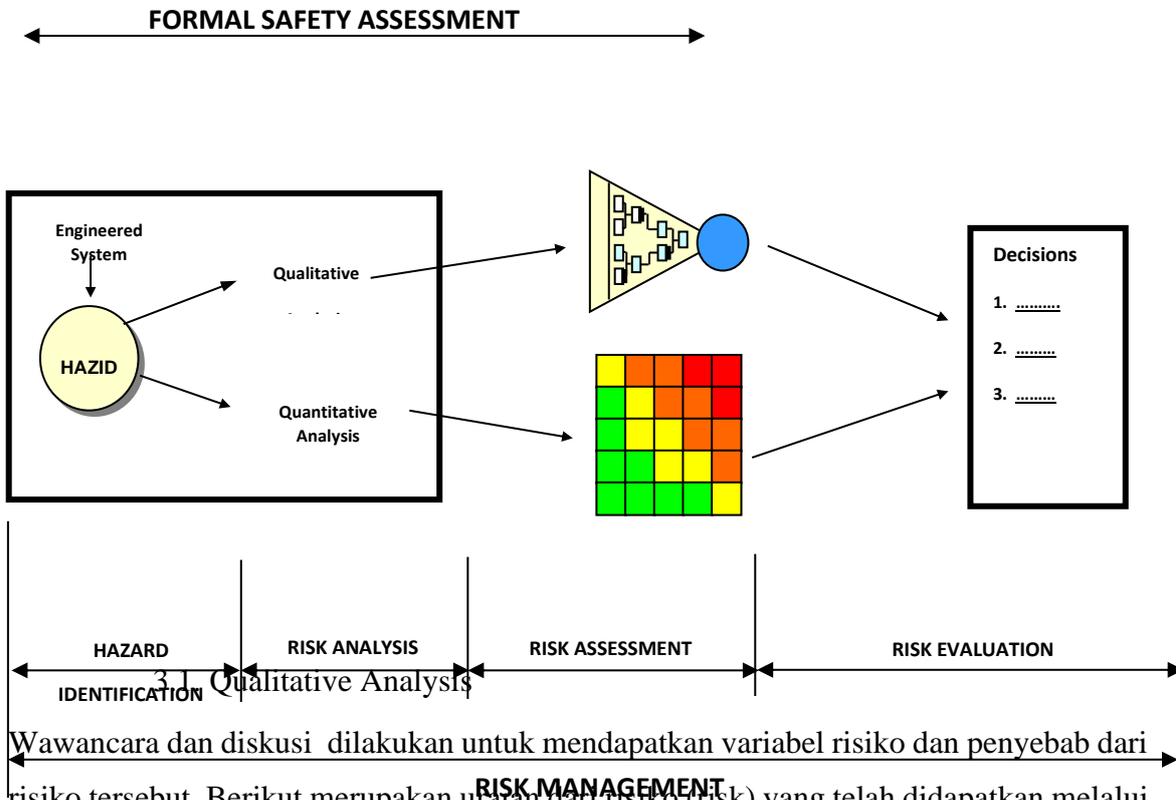
## **3. Tujuan**

### **3.1. Tujuan Safety Case**

Safety Case Document ini dibentuk untuk memenuhi tujuan:

1. Menerapkan *Safety Case Approach* untuk manajemen risiko pada pipa bawah laut dengan penilaian risiko dengan mempertimbangkan frekuensi kejadian (likelihood), keparahan (severity), dan mitigasi untuk setiap risiko yang dominan.
2. Menyajikan perhitungan risiko setiap penyebab kegagalan sesuai dengan tingkat risikonya dengan mengacu kepada DNV RP F107

### 3. Formal Safety Assessment



Wawancara dan diskusi dilakukan untuk mendapatkan variabel risiko dan penyebab dari risiko tersebut. Berikut merupakan uraian dari risiko (risk) yang telah didapatkan melalui metode studi literatur dan wawancara,

Risiko		
Code	Hazard	Cause
A1	Korosi Internal	Fluida yang Korosif
A2		Kegagalan Proteksi Internal Pipa
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>Coating</i>
B2		Kegagalan Proteksi Katodik
B3		Korosi akibat Tanah
B4		Korosi akibat Air Laut
C1	Cacat Konstruksi Pipa	Cacat Pengelasan
C2		Cacat Konstruksi
C3		Kesalahan Instalasi
D1	<i>Fatigue</i>	Tekanan Internal Berlebih
D2		Freespan pada Pipa
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor Hit</i>
E2		<i>Anchor Dregging</i>

E3		<i>Dredging</i>
E4		Sabotase
E5		Aktivitas Nelayan
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation Error</i>
F2		<i>Maintenance Error</i>

### 3.2. Quantitative Analysis

Dilakukan penyebaran kuisisioner kepada pihak *professional* dan *expertise* bidang *offshore pipeline*. Hasil dari penyebaran kuisisioner ini adalah untuk mengetahui berapa kemungkinan frekuensi (likelihood) dan keparahan (severity) dari variable risiko yang sebelumnya telah dibuat. Penilaian ini dilakukan dibantu oleh pandangan ahli atau expert judgement. Penilaian keparahan (severity) dari kuisisioner tersebut akan dibagi menjadi 3 aspek berdasarkan dampaknya pada tiap – tiap aspek yaitu,

1. Aspek keselamatan (safety)
2. Aspek lingkungan (environment)
3. Aspek bisnis (business/asset).

Berikut ini adalah hasil dari penyebaran kuisisioner yang dilakukan,

Matriks Risiko Keselamatan (Safety)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5					
	4			B1		
	3		A1,A2,E5, F1	C3,D2,F2		
	2		C1,E1,E2	B2,C2,D1		
	1		E3	B3,B4	E4	

Matriks Risiko Lingkungan (Environment)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5					
	4			B1		
	3		A1,A2,D2, F1,F2	C3,E5		
	2		B3,B4,D1, E2	B2,C1,C2	E1	
	1		E3,E4			

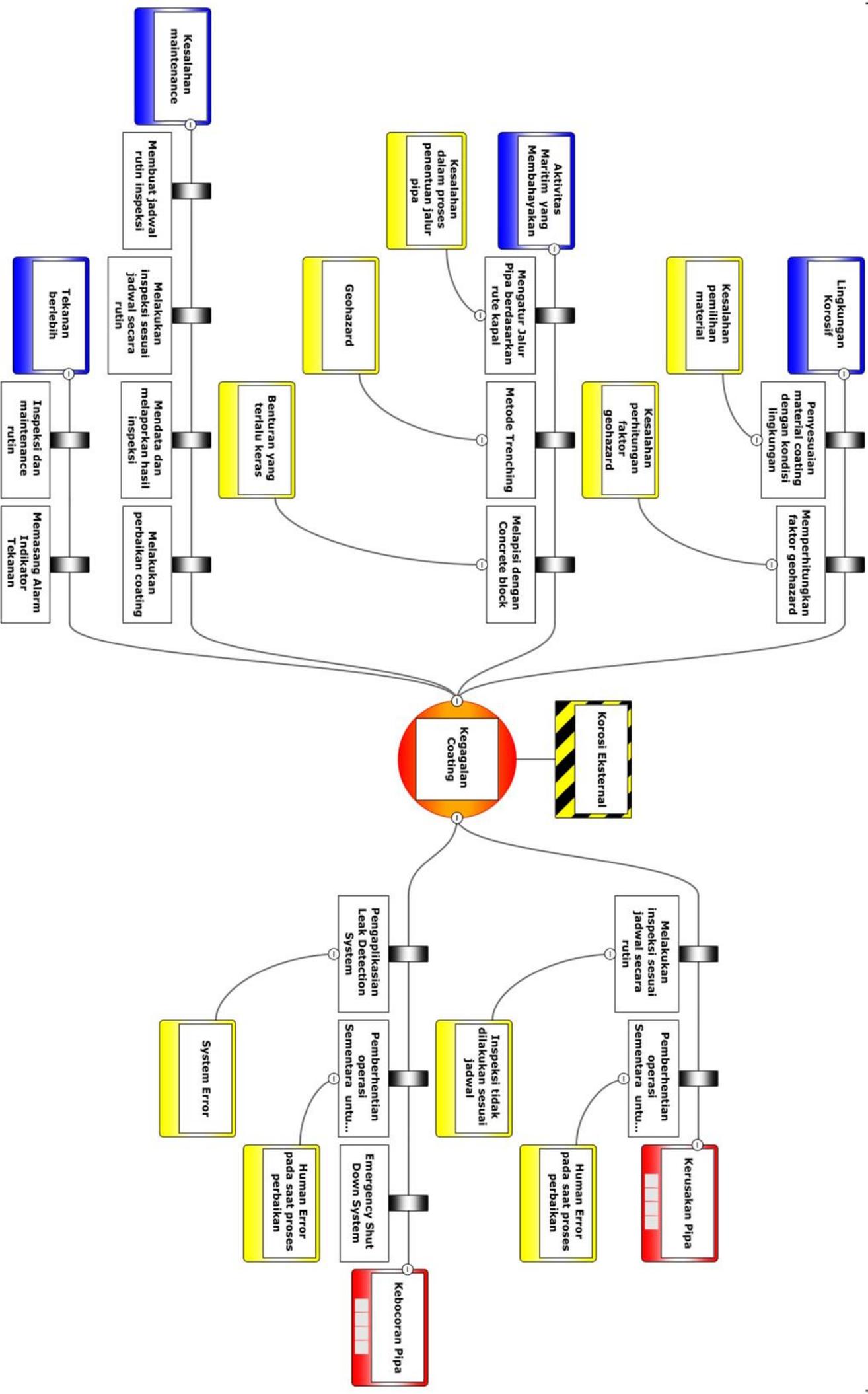
Matriks Risiko Bisnis (Business)		Severity				
		No Impact	Minor	Medium	Major	Extensive
		1	2	3	4	5
Likelihood	5					
	4				B1	
	3		A1,A2	C3,D2,E5, F1,F2		
	2		B2,B3,B4	D1	C1,C2,E1, E2	
	1			E3	E4	

Berdasarkan matriks risiko yang telah dibuat, didapatkan 1 risiko yang harus segera dieliminasi karena berada pada red area. Risiko tersebut adalah risiko korosi

eksternal pipa bawah laut yang disebabkan oleh kegagalan coating (B1). Berdasarkan matriks risiko (B1) tidak dapat diterima sehingga harus dilakukan kontrol terhadap risiko karena dapat memengaruhi operasi pipa bawah laut kedepannya.

#### **4. Penanganan Risiko**

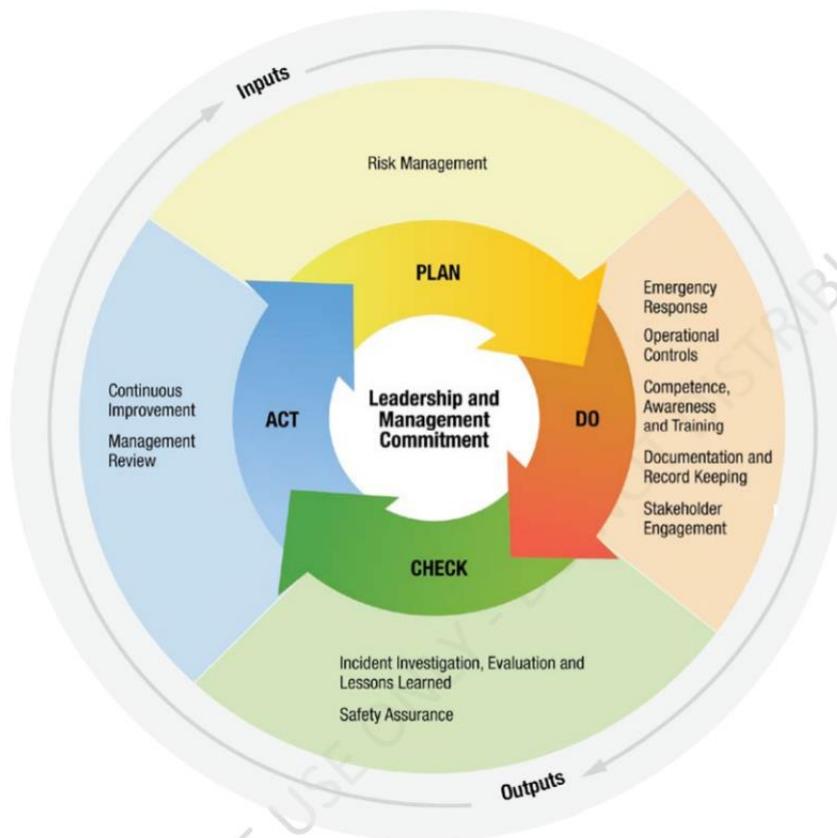
Setelah dilakukan perhitungan terhadap tingkatan risiko dari tiap penyebab kegagalan, maka dapat diketahui risiko yang tidak dapat diterima sehingga perlu dilakukan kontrol terhadap risiko tersebut.. Penanganan risiko dilakukan guna penanganan untuk risiko kegagalan pipa bawah laut yang dominan. Penanganan risiko dilakukan dengan bantuan metode Bowtie Analysis. Hasil analisis tersebut meliputi penyebab dan dampak dari risiko tersebut beserta pencegahannya agar risiko tersebut tidak terjadi serta factor eskalasi dari setiap tindakan pencegahan yang dilakukan agar dapat dilakukan Tindakan preventif lebih lanjut.



## 5. Safety System Management

*Safety Management System* (SMS) adalah sebuah sistem yang berguna untuk memantau dan mengontrol risiko secara berkelanjutan dan memastikan kontrol atas risiko tersebut aman dan efektif. Menurut API RP 1173 *Safety Management System* disusun berdasarkan prinsip PDCA, yaitu:

1. *Plan* : Tahap ini merupakan pembuatan manajemen risiko. Tahap ini merupakan penetapan tujuan yang ingin dicapai dan perencanaan yang diperlukan dalam pembentukan SMS.
2. *Do* : Tahapan ini adalah eksekusi dari yang direncanakan pada tahap 1.
3. *Check* : Tahapan ini berupa pengecekan kesesuaian antara Tahap 1 dan 2.
4. *Act* : Tahapan ini dilakukan untuk meningkatkan performa dari seluruh sistem berdasarkan evaluasi dari yang direncanakan dan yang terjadi saat pelaksanaan.



## **5.1 Plan**

Tahapan ini berupa manajemen risiko yang meliputi identifikasi hazard dan risiko, perhitungan risiko serta tindakan pencegahan dan mitigasi risiko yang diperlukan. Risk Management telah dilakukan dengan bantuan metode Bowtie Analysis.

## **5.2 Do**

Berdasarkan perencanaan yang dibuat pada tahapan sebelumnya maka perlu dilakukan:

a. **Operation Control**

Ini dilakukan untuk memastikan sistem yang dijalankan sesuai dengan standar keselamatan yang diberlakukan. Perlu juga dilakukan pembuatan jadwal inspeksi pada pipa bawah laut secara rutin dan teratur. Dilanjutkan dengan pelaksanaan inspeksi sesuai jadwal. Hal ini sangat berpengaruh terhadap integritas dari Pipeline operator.

b. **Emergency Response**

Ini dilakukan untuk mengantisipasi kejadian – kejadian yang diluar perkiraan. Perlu dijadwalkan simulasi keselamatan pekerja secara rutin untuk memastikan sistem evakuasi yang dibuat berjalan dengan baik dan efektif. Lalu, perlu dilakukan simulasi Emergency Shut Down System untuk memastikan tidak terjadi system failure pada saat terjadi kerusakan pipa. Yang terakhir, dilakukan simulasi komunikasi dengan pihak ketiga agar tidak terjadi miskomunikasi saat terjadi kecelakaan atau kerusakan pada pipa bawah laut.

c. **Documentation and Record Keeping**

Dokumentasi hasil kegiatan diperlukan guna menjadi sumber evaluasi sehingga dapat meningkatkan performa dan keselamatan. Setiap dokumen harus dicek dan dievaluasi oleh para stakeholder.

### 5.3 Check

Pada tahap ini dilakukan investigasi dan evaluasi dari insiden yang terjadi. Hal yang perlu dilakukan adalah investigasi penyebab dari kegagalan yang terjadi. Lalu evaluasi perencanaan yang telah dibuat di awal mengacu pada kejadian yang terjadi di lapangan dengan bantuan dari HSE Advisor. Investigasi dari setiap insiden perlu dilakukan dan harus meliputi hal-hal berikut:

- a. Identifikasi dari penyebab insiden dan faktor yang menyebabkan dalam insiden tersebut.
- b. Peninjauan terhadap efektifitas dari prosedur *emergency response* yang dilakukan pada insiden tersebut.
- c. Facility Manager melaporkan hasil *documentation and record keeping*, kepada HSE Manager.
- d. Rekomendasi untuk melakukan perencanaan sistem manajemen keselamatan yang baru, yang meliputi *risk assessment* dan *risk management*.

### 5.4 Act

Pada tahap ini dilakukan manajemen untuk meningkatkan performa dan keselamatan secara berkelanjutan. Peninjauan dan evaluasi dilakukan oleh para stakeholder untuk menentukan regulasi baru yang akan dikeluarkan. Pada tahap ini *documentation and record keeping* akan sangat berguna untuk membantu peninjauan. Hal yang perlu dilakukan dalam tahap ini adalah :

- a. Menetapkan dan menjaga kebijakan, tujuan, dan objektifitas.
- b. Memastikan kebijakan yang dibuat memiliki akuntabilitas yang jelas untuk menunjang implementasi kegiatan yang dilakukan sesuai dengan tujuan utama perusahaan.
- c. Melakukan relokasi sumber daya untuk meningkatkan performa keselamatan.
- d. Menilai, mengevaluasi, dan terus meningkatkan *safety culture*.

## **LAMPIRAN E**

## Curriculum Vitae



**HENDRA ANNOVI BORORING**  
*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*  
*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*  
*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

### Profile:

I am a skilled HSE professional with proven experience to ensure safe workplace and culture in an operations, manufacturing and office based environment. As a lifetime HSE practitioner, I:

- Developed problem solving ability to identify root causes and develop workable solutions.
- Demonstrated highest standard of integrity and ethical conduct. Built trust, respects and supports others. Fostered collaboration, teamwork and partnership while building an inclusive work environment.
- Demonstrated a proven track-record of consistently delivering results by managing and motivating staff and field personnel to achieve company's HSE objectives.
- Gained working knowledge of all HSE elements including; leading incident investigation, management of change, applying BBS including measurement of other leading indicators to reduce near misses and lead company's incident free operations.
- Developed fluency in all government HSE regulations affecting oil and gas operations
- Gained effective communication skills to successfully facilitate incident investigations and to ensure company compliance of its HSE requirements.
- Developed excellent listening and negotiation skills. Able to encourage open expression/discussions and to facilitate group meetings obtaining and valuing input from all level.
- Acquired skills in open, honest and effective in communication with all employees and developed strong presentation skills.
- Acquired computer literacy in all Microsoft based programs including practical knowledges of all HSE applications in the market.

### Working Experiences:

*February 2019 –  
Current:*

HSE Drilling Coordinator (On-shore), JOB Tomori, Jakarta – Indonesia.

- To prepare, socialize and review CSMS documents from Tender through Contract period.
- To ensure HSE Plan/Manual and HSE deliverables are implemented throughout the entire Drilling Campaign life.

## Curriculum Vitae

### **HENDRA ANNOVI BORORING**

*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*

*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*

*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

- To work together with HSE Department in providing internal HSE training related with Drilling Operation.
- To ensure that relevant HSE risk assessments are complied with and the Job Safety Analysis are prepared during the operations, including monitoring the effective implementation of the Permit to Work System on site.
- To collaborate with Environment Department to ensure the whole permit is prepared and available before the Drilling Campaign and ensure that Environmental aspect on site is complied with.

*March 2018 – January 2019:*

HSE Specialist (Off-shore), Baker Hughes Inteq, Jakarta – Indonesia.

- Participated and involved for Medco (MEPN) Offshore CTD (Coiled Tubing Drilling) Project.
- Provided operations with support on compliance with CHSEMS requirements.
- Encouraged the implementation of HSE Policies and Procedures in compliance Indonesia and International rules and regulation.
- Worked together with client HSE to develop and implement HSE Programs and HSE Campaigns.

*July 2010 – December 2017:*

HSE Field Advisor (Off-shore & On-shore), ConocoPhillips Indonesia, Jakarta – Indonesia.

- Participated and involved in the office and field (especially for Drilling and Well Services operations) for HSE assignments.
- Implemented field compliance audits and supported Corporate HSE audit activities.
- Involved in CHSEMS process from Tender phase through Contract phase to ensure the contractor follows and is consistent with company expectations, suitable for the service being provided and properly implemented for the duration of the contract.
- Developed and executed company work plans to address continual improvement opportunities.
- Facilitated and involved in the investigation of accidents and analysis

## Curriculum Vitae

### HENDRA ANNOVI BORORING

*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*

*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*

*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

in order to identify trends and propose the necessary corrective measures.

- Collaborated with outside workgroups, regulatory groups, global teams and departments to represent COPI needs. Demonstrated team player skills and actively supported a team-based environment.

*January 2004 – June 2010:*

Supervisor, West Pymble Take Away Shop, Sydney – Australia.

Ventured to entrepreneurship with friends in restaurant business in Australia.

- Demonstrated leadership/influencer, team building and coaching skills.
- Developed confidence to take initiatives and continually sought innovative ways to do things.

*May 2002 – December 2003:*

Safety Supervisor, Croissant Co., Sydney – Australia.

- Developed procedures to ensure that all employees embraced a process safety culture and pride in process excellence.

*February 2000 – October 2001:*

Safety & Quality Systems Coordinator, PT. BJ Services Indonesia, Tubular Division, Jakarta – Indonesia.

- Demonstrated ability to manage multiple initiatives and/or tasks simultaneously, set goals and complete commitment on schedule.
- Prepared and established HSE site-specific procedures to provide clear guidance.
- Prepared client tender document related with HSE.
- Worked well during periods of high activity and tight deadlines typical of oil and gas service companies.

*June 1999 – January 2000:*

Quality Assurance Engineer, PT. Besmindo Borneo Semesta, Balikpapan – Indonesia.

- Worked with a sense of urgency on schedule driven tasks and balanced

## Curriculum Vitae

**HENDRA ANNOVI BORORING**

*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*

*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*

*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

focus and efforts between short and long-term objectives.

- Ensured the quality assurance is implemented properly by related department to achieve zero incident.
- Managed and documented the inspection reports and tool calibration reports.

*March 1998 – June 1999:*

Quality Assurance Supervisor, PT. Baker Hughes Inteq, Jakarta – Indonesia.

- Regularly communicated with other functions (sales, field operations, well planning) to promote cooperation and include safety processes in the entire life cycle of service provisions to our clients.
- Incorporated best practices from Safety systems to ensure lessons are learned for optimal and safe future operations.

*May 1996 – February 1998:*

Quality Assurance Auditor, PT. Besmindotama Semesta, Cibitung – Indonesia.

- Interpreted and assisted in the development of guidance documents on regulations and laws.
- Led various process safety improvement opportunities.
- Managed and documented the inspection reports and tool calibration reports.

*October 1992 – May 1996:*

Engineering & Quality Assurance Supervisor, PT. Dan Motors Vespa Indonesia, Jakarta – Indonesia.

- Immersed in all aspects of quality improvement while moving up from entry level to become Supervisor.
- Worked with other relevant departments to ensure Quality Assurance is understood and implemented properly.

### Educational Background:

## Curriculum Vitae

**HENDRA ANNOVI BORORING**

*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*

*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*

*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

*October 1992*                      Graduated as Petroleum Engineer from Institute Technology of Bandung, West Java – Indonesia.  
Proficient and knowledgeable in all aspects of oil and gas operations.

### **Courses/Trainings:**

*June 26, 2018*                      Tropical FOET & Further Travel Safely by Boat at Samson Tiara, Cilegon – Indonesia.

*July 16, 2014*                      Tropical FOET & Further Travel Safely by Boat at Samson Tiara, Cilegon – Indonesia

*July 29 – 31, 2013*                      Facilitation at Work, Daya Dimensi Indonesia, Jakarta – Indonesia.

*March 04 – 06, 2013*                      COP IH Technician Training, Jakarta – Indonesia.

*May 13, 2011*                      HSE Auditing Skill, in-house training at ConocoPhillips Indonesia, Jakarta – Indonesia.

*April 30 – May 01, 2013*                      Supervisor Safety Management Training, by ConocoPhillips Indonesia, Jakarta – Indonesia.

*February 28 – March 04, 2011*                      Keselamatan & Kesehatan Kerja Training, Pusdiklat Migas, Cepu – Indonesia.

*July 14 – 16, 2010*                      Tropical BOSIET including Travel Safely by Boat at Samson Tiara, Cilegon - Indonesia

*February 28, 2001*                      First Aid Training – Level 1, SOS, Jakarta – Indonesia.

*September, 2000*                      In-house training for Safety Database Systems at BJ Services, Aberdeen – Scotland.

*March, 2000*                      Internal training for Quality Systems and Safety Procedures at BJ Services, Aberdeen – Scotland.

*August 07, 1998*                      Quality Management System Awareness Course, PT. Surveyor Indonesia, Jakarta – Indonesia.

*July 08 – 09, 1996*                      Internal Auditors of ISO 9000 – Quality Systems Training, Novo Quality Services, Singapore.

### **Personal Data:**

## Curriculum Vitae

**HENDRA ANNOVI BORORING**

*Jl. Otista 70/11a, Comp. Taman Indah, Jakarta, Indonesia - 13330*

*Phone: 0812 1898 9684 (HP)*

*Email: [hendra\\_bororing@yahoo.com](mailto:hendra_bororing@yahoo.com) or [bororingh@gmail.com](mailto:bororingh@gmail.com)*

---

- Place, Date of birth: Medan, 11 November 1967
- Height/weight: 185 cm / 89 kg
- Hobbies/ Interests/ Passion: Sport activities, watching movie and listening to music, developed passion and patience to help others especially elders in home care, who are medically challenged.

### References:

**Bimo Hadiputro** Drilling and Completions Global Category Manager, Chevron Corporation at [BHadi@chevron.com](mailto:BHadi@chevron.com) (713) 372 -0274

Others available on request.

## BIODATA PENULIS



Jonathan Armen dilahirkan di Jakarta pada tanggal 4 Desember 1997. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan dasar formal di SDK 4 BPK Penabur pada tahun 2010. Lalu melanjutkan Pendidikan formal lanjutan di SMPK 5 BPK Penabur pada tahun 2013 dan SMAN 81 Jakarta pada tahun 2016. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan ke jenjang Pendidikan Tinggi Strata 1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama menempuh masa perkuliahan penulis sempat aktif di organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan. Dalam Organisasi kemahasiswaan, penulis aktif dalam organisasi *Society of Petroleum Engineer (SPE) ITS Student Chapter* sebagai staf divisi *competition training* pada tahun 2017/2018 dan sebagai kepala divisi *external collaboration* pada tahun 2018/2019. Selama perkuliahan penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan. Pada tahun 2018 Penulis menjadi staf Seminar Nasional pada OCEANO 2018 dan aktif menjadi staf Akomodasi dan Transportasi pada PETROLIDA 2018. Pada tahun 2019 penulis aktif menjadi kepala *fundraising* pada OCEANO 2019 dan menjadi staf Akomodasi dan Transportasi pada PETROLIDA 2019. Penulis juga pernah menjadi finalis dalam lomba *Oil Rig Design Competition* yang diadakan oleh PEM AKAMIGAS pada tahun 2018. Pada tahun 2019 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Samudera Indonesia selama 2 bulan di Semarang, Jawa Tengah. Penulis menyelesaikan Pendidikan Tinggi Strata 1 dengan Tugas Akhir yang berjudul “Manajemen Risiko Pada Pipa Bawah Laut dalam Bentuk *Safety Case Document*” Jika pembaca berminat untuk memberi kritik dan saran, bisa hubungi penulis di email yang tertera di bawah ini.

Email : jonathanarmen20@gmail.com