



---

TESIS - PM 147501

**ANALISA RISIKO BISNIS PENYALURAN MINYAK BUMI  
PADA PIPA TEMPINO-PLAJU PT PERTAMINA GAS  
MENGUNAKAN METODE MONTECARLO**

DEDI MARIADI  
NRP. 09211650015039

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Ir. Bambang Syairudin M.T.

DEPARTEMEN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
FAKULTAS BISNIS DAN MANAJEMEN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DEDI MARIADI**  
NRP. 09211650015039

Tanggal Ujian : 17 Juli 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

  
1. **Dr. Ir. Bambang Svairudin, MT**  
NIP. 19631008 199002 1 001

(Pembimbing)

  
2. **Dr. Ir. Melkh. Sufi, M.Sc (Eng)**  
NIP. 19650630 199003 1 002

(Penguji)

  
3. **Dr. Ir. Bustanul Arifin Noer, M.Sc**  
NIP. 19590430 198903 1 001

(Penguji)

Dekan Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi,

  
**Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc**  
NIP. 19590318 198701 1 001

# **ANALISA RISIKO BISNIS PENYALURAN MINYAK BUMI PADA PIPA TEMPINO-PLAJU PT PERTAMINA GAS MENGUNAKAN METODE MONTECARLO**

Nama mahasiswa : Dedi Mariadi  
NRP : 09211650015039  
Pembimbing : Dr. Ir. Bambang Syairudin M.T.

## **ABSTRAK**

PT Pertamina Gas *Central Sumatera Area* (PTG CSA) merupakan salah satu area operasi dari PT Pertamina Gas yang berperan penting dalam penyaluran minyak mentah dari SPPP Tempino di wilayah Jambi hingga km 03 Sei Gerong di wilayah Palembang, dengan panjang pipa sepanjang  $\pm 265$  km dan diameter pipa 8". Dari data penyaluran PT Pertamina Gas Central Sumatera Area, volume penyaluran minyak bumi melalui pipa Tempino-Plaju terus mengalami penurunan sampai sekarang. Kecenderungan penurunan volume penyaluran ini disebabkan oleh beberapa faktor risiko bisnis yang dapat menyebabkan kegagalan penyaluran minyak bumi melalui pipa penyalur Tempino-Plaju.

Penelitian ini menganalisa 5 (lima) risiko bisnis yang ada pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area berdasarkan data historis dilapangan dari tahun 2015-2017 yaitu *illegal tapping*, *leaking*, *main equipment damage*, *failure in gathering station* dan *failure in metering system*. Analisa risiko bisnis menggunakan metode Montecarlo dengan *software Cristal Ball*. Kemudian hasil simulasi ini diuji ulang dengan uji statistik *Mann Whitney* menggunakan *software Minitab* sebagai analisa perbandingan.

Setelah melalui semua tahapan dalam proses simulasi Montecarlo, diperoleh risiko bisnis yang memiliki dampak risiko paling tinggi yaitu *illegal tapping* dan *leaking*. Secara *Risk Matrix* PT Pertamina Gas, kumulatif probabilitas risiko bisnis akibat *illegal tapping* masuk kriteria *Rare* (index 2) dan *leaking* masuk kriteria *likely* (indeks 4). Secara dampak terhadap *financial lost*, kedua risiko bisnis masuk kategori *minor* (index 2), maka *leaking* berdampak paling besar terhadap kerugian perusahaan. Dalam penelitian juga dilakukan mitigasi risiko bisnis kritis dengan menggunakan *fishbone diagram* sehingga diperoleh tindakan mitigasi yang tepat terhadap risiko bisnis tersebut untuk dapat dimasukkan ke dalam rencana kerja perusahaan.

**Kata kunci** : *pipeline*, volume penyaluran, risiko bisnis, uji statistik, montecarlo, mitigasi

(halaman ini sengaja dikosongkan)

# **BUSINESS RISK ANALYSIS OF CRUDE OIL TRANSMISSION ON TEMPINO-PLAJU PIPELINE PT PERTAMINA GAS USING MONTECARLO METHOD**

Name : Dedi Mariadi  
NRP : 09211650015039  
Advisor : Dr. Ir. Bambang Syairudin M.T.

## **ABSTRACT**

PT Pertamina Gas Central Sumatera Area is one of the operational areas of PT Pertamina Gas which plays an important role in the transmission of crude oil from Gathering Station in Tempino, Jambi to km 03 Sei Gerong in Palembang area, where extends over 265 km and 8" in diameter. Distribution data of PT Pertamina Gas Central Sumatera Area shows that crude oil transported from Tempino to Plaju continuously decreased until today. Its decreasing trend is caused by several business risk factors which possibly result a failure in crude oil transportation through Tempino-Plaju pipelines.

This study analyzes 5 (five) business risks in PT Pertamina Gas Central Sumatera Area based on its historical data from 2015-2017 which are illegal tapping, leaking, main equipment damage, failure in gathering station and failure in metering system. Those business risks are analyzed by using Montecarlo method with Cristal Ball software. Subsequently, this simulation results are re-tested by Mann Whitney's statistical test using Minitab software as a comparison analysis.

After following series of steps in Montecarlo simulation, it found illegal tapping and leaking as the risks which have the highest impact. PT Pertamina Gas Risk Matrix, shows that cumulative risk probability due to illegal tapping classified as rare criteria (index 2) and leaking classified as likely criteria (index 4). While, impacts in financial lost occur from both business risks classified as minor category (index 2). Therefore, leaking has the highest impact on company's losses. This research also conducted a critical business risk mitigation by using fishbone diagram in order to obtain appropriate mitigation activities as company's work plan referral.

**Keywords:** pipeline, transmission volume, business risk, statistic test, montecarlo, mitigation.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya persembahkan kepada Allah SWT. Hanya kepada-Nya saya menyembah dan hanya kepada-Nya saya memohon pertolongan. Atas berkat rahmat, kemudahan, dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penyusunan tesis ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan dalam penyelesaian strata dua dan memperoleh gelar Magister Management Teknologi, pada Jurusan Management Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulisan tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain. Saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas jasa-jasa mereka hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Mereka adalah:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan pada penulis selama pengerjaan penyusunan tesis hingga selesai dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T. Terima kasih atas segala yang telah Bapak berikan selaku dosen pembimbing tesis, motivasi, arahan, saran, do'a, dan bimbingan akademis. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan Bapak dengan kebaikan yang lebih banyak.
3. Keluarga tercinta, terutama Ayah Fauzi A. Hamid SP.d (Alm), dan Ibunda Nursafia SP.d dan saudara-saudara penulis : Marlansyah, Mardani, Fakhruli, M. Agus Putra beserta keluarga besar penulis. Atas seluruh doa, perhatian dan kasih sayangnya yang tanpa batas, dimana tanpanya penulis tidak mungkin mencapai tahap seperti sekarang ini.
4. Inspirasi hidupku, yang selalu menyemangati dalam menjalankan study S2, Istriku Amalia Anwar SP. Atas doa, bantuan, kasih sayang, kesabaran yang luar biasa yang selalu menemani, mengingatkan, memberi petunjuk, semangat dan terus berjuang sehingga penulis dapat menyelesaikan studi S2. Tanpa inspirasi dan semangat darimu tidak mungkin saat ini penulis dapat menyelesaikan kuliah S2 ini.
5. Keluar istri tercinta yang selalu ikhlas mendoakan penulis, Ayah Mertua Drs. Anwar Yoesoef, MS.i dan Ibu Mertua Dra. Alfiati Syafrina MP.d serta

seluruh keluarga besar dari istri tercinta, yang selalu mendoakan kesuksesan penulis..

6. Manager PT Pertamina Gas Bapak Gatot Budhi Prakoso yang telah memberikan izin penulis untuk melanjutkan pendidikan S2 dan para Asisten Manager, Bapak Mangiring Manatap Limbong dan Bapak Taufik Widayat, serta rekan kerja semuanya di PT Pertamina Gas. Terima kasih atas seluruh arahan, bimbingan, semangat persahabatan, saran, dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
7. Seluruh mitra kerja PT Pertamina Gas yang telah bersedia membantu guna menyelesaikan tesis ini.
8. Semua pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa pengerjaan tesis ini masih belum sempurna. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan ke depannya. Akhir kata, semoga tesis ini dapat diterima dan dapat dilanjutkan menjadi tesis dan bermanfaat bagi para pembacanya. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Sistematika Penulisan Tesis .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Manajemen Risiko Rantai Pasok.....	9
2.1.1 Konsep Dasar Manajemen Risiko di Rantai Pasok .....	11
2.1.2 Rantai Pasok Industri Minyak Bumi Indonesia .....	19
2.1.3 Kegiatan Hulu Industri Minyak Bumi ( <i>Upstream Supply Chain</i> ) .....	21
2.1.4 Kegiatan Transportasi Industri Minyak Bumi ( <i>Midstream Supply Chain</i> ).....	22
2.1.5 Kegiatan Hilir Industri Minyak Bumi ( <i>Downtown Supply Chain</i> ) .....	25
2.2 Risiko Operasional Industri <i>Midstream</i> Minyak Bumi di Indonesia .....	27
2.2.1 Peralatan Transportasi .....	27
2.2.2 Fasilitas Peralatan Pemisah.....	28
2.2.3 Penampung Hasil Pemisahan .....	30
2.3 Simulasi Analisis Kuantitatif Pada Manajemen Risiko .....	32
2.4 Simulasi Montecarlo .....	34
2.5 Simulasi Montecarlo dengan <i>Crystall Ball Software</i> .....	38
2.6 Penelitian Terdahulu .....	42
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	43
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	43
3.2 Tahap Identifikasi Masalah .....	45
3.2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	45
3.2.2 Studi Literatur .....	46
3.3 Pengumpulan dan Verifikasi Data .....	46
3.4 Identifikasi Risiko.....	46
3.5 Simulasi Montecarlo .....	47
3.6 Mitigasi Risiko .....	47
3.7 Kesimpulan dan Saran .....	47

<b>BAB IV</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	49
4.1	Gambaran Umum PT Pertamina Gas	49
4.1.1	Wilayah Kerja Perusahaan	51
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan	52
4.1.3	Gambaran Umum PT Pertamina Gas Central Sumatera Area	52
4.2	Proses Pengumpulan Data	58
4.2.1	Variabel Risiko dan Hasil Umum <i>Screening Equipment Criticality Ranking</i>	59
4.2.2	Rekap Data	65
4.2.3	Rekap Data Identifikasi <i>Likelihood</i> dan <i>Consequences</i>	72
4.2.4	Matriks Risiko	74
4.3	Proses Pengolahan Data	75
4.3.1	Pengolahan Data Probabilitas	75
4.3.2	Pengolahan Data Dampak Risiko	77
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA</b>	87
5.1	Risiko Kritis	87
5.2	Identifikasi Penyebab Risiko dengan <i>Fishbone Diagram</i>	88
5.2.1	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Illegal Tapping</i>	89
5.2.2	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Leaking</i>	92
5.3	Solusi Mitigasi dan Implementasi	94
5.3.1	Mitigasi Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Illegal Tapping</i>	94
5.3.2	Mitigasi Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Leaking</i>	96
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	97
6.1	Kesimpulan	97
6.2	Saran	99
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		101
<b>LAMPIRAN</b>		103

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Historis Pipa Tempino - Plaju.....	3
Tabel 1.2	Perincian realisasi anggaran PT Pertamina Gas Central Sumatera Area tahun 2017.....	4
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	42
Tabel 4.1	Tabel Area Operasi PT. Pertamina Gas.....	51
Tabel 4.2	Tabel <i>RACI Matrix</i> .....	58
Tabel 4.3	Penggolongan <i>Equipment Criticality Ranking</i> .....	59
Tabel 4.4	Tabel Hasil Umum <i>Screening Equipment Criticality Ranking</i> ...	60
Tabel 4.5	Tabel <i>Equipment High Critical &amp; Medium-High Critical</i> .....	61
Tabel 4.6	Tabel Perhitungan <i>Opportunity Loss</i> PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.....	66
Tabel 4.7	Data Kegagalan Pipa Penyalur Akibat <i>Illegal Tapping</i> .....	67
Tabel 4.8	Data Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Leaking</i> .....	68
Tabel 4.9	Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi akibat <i>Main Equipment Damage</i> .....	69
Tabel 4.10	Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi Akibat <i>Failure In Gathering Station</i> .....	70
Tabel 4.11	Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi Akibat <i>Failure In Metering System</i> .....	71
Tabel 4.12	Rekap data Identifikasi <i>Likelihood dan Consequences</i> .....	72
Tabel 4.13	Pengolahan Data Probabilitas.....	76
Tabel 4.14	Rekap Pengolahan data Probabilitas.....	76
Tabel 4.15	Rekapitulasi Uji Distribusi.....	80
Tabel 4.16	Uji Kesamaan Rata-rata Data Historis dan Replikasi <i>Illegal Tapping</i> .....	82
Tabel 4.17	Uji Kesamaan Rata-rata Data Historis dan Replikasi <i>Leaking</i> .....	82
Tabel 4.18	Uji Kesamaan Rata-rata Data Historis dan Replikasi <i>Main Equipment Damage</i> .....	82
Tabel 4.19	Uji Kesamaan Rata-rata Data Historis dan Replikasi <i>Failure in Gathering Station</i> .....	82
Tabel 4.20	Uji Kesamaan Rata-rata Data Historis dan Replikasi <i>Failure in Metering System</i> .....	82
Tabel 4.21	Rekapitulasi Simulasi Montecarlo.....	83
Tabel 4.22	Rekapitulasi Perhitungan <i>Opportunity Loss</i> .....	84
Tabel 4.23	Dampak Risiko.....	85
Tabel 4.24	Rekapitulasi <i>Financial Loss</i> .....	85
Tabel 4.25	Rekapitulasi Risiko Bisnis PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.....	86
Tabel 5.1	Daftar Risiko Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.....	88
Tabel 5.2	Resume Lengkap Analisis Sebab Akibat Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Illegal Tapping</i> .....	92

Tabel 5.3	Resume Analisis Sebab Akibat Utama Risiko Bisnis <i>Leaking</i> ...	94
Tabel 5.4	Mitigasi Penyebab Utama Risiko Bisnis <i>Illegal Tapping</i> .....	95
Tabel 5.5	Mitigasi Penyebab Utama Risiko Bisnis <i>Leaking</i> .....	96
Tabel 5.6	Rencana Mitigasi Pembuatan System Digitalisasi Material .....	96

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Wilayah Kerja Pipa Penyalur Minyak Bumi Tempino-Plaju.....	2
Gambar 1.2	Grafik Penyaluran Minyak Mentah Tempino – KM 03 Sei Gerong Periode 2011 s.d 2017.....	3
Gambar 2.1	Model Rantai Pasok dan Aliran yang Dikelola .....	10
Gambar 2.2	Proses Manajemen Risiko Berdasarkan ISO 31000 .....	13
Gambar 2.3	<i>Framework</i> Pengelolaan Risiko.....	15
Gambar 2.4	Risk Matrik Risiko Aktual dan Risiko Residual.....	18
Gambar 2.5	Rantai Pasok Industri Minyak Bumi Indonesia .....	20
Gambar 2.6	Siklus Eksplorasi dan Produksi Minyak dan Gas Bumi (Amab Ghosh, EMC SPARK, 2014) .....	22
Gambar 2.7	Sistem Elemen Jaringan Pipa Gas Bumi (Suwardi C.Ningrat, 2015) .....	23
Gambar 2.8	<i>Flowchart</i> Jalur Pipa Tempino-Plaju .....	24
Gambar 2.9	Metode <i>Innage</i> dan <i>Outage</i> (Ryan D, 2017) .....	32
Gambar 2.10	Metode Penelitian Kuantitatif Pada Manajemen Risiko (Ghadge, dkk., 2012 .....	33
Gambar 2.11	Jenis - jenis Distribusi yang Dipilih Dalam Simulasi Montecarlo.....	39
Gambar 2.12	Histogram Hasil <i>Forecast</i> Simulasi Montecarlo <i>Crystall Ball</i> .....	40
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	44
Gambar 3.2	Diagram Alir Simulasi Monte Carlo.....	45
Gambar 4.1	Wilayah Kerja PT Pertamina Gas .....	51
Gambar 4.2	Proses Operasi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area ....	53
Gambar 4.3	<i>Pie Chart Distribution Equipment Criticality Ranking</i> .....	60
Gambar 4.4	<i>Risk Matrix</i> PT. Pertamina Gas .....	74
Gambar 4.5	<i>Fitting Distribution</i> Risiko <i>Illegal Tapping</i> .....	78
Gambar 4.6	<i>Fitting</i> Distribusi Risiko <i>Leaking</i> .....	78
Gambar 4.7	<i>Fitting</i> Distribusi Risiko <i>Main Equipment Damage</i> .....	79
Gambar 4.8	<i>Fitting</i> Distribusi Risiko <i>Failure in Gathering Station</i> .....	79
Gambar 4.9	<i>Fitting</i> Distribusi Risiko <i>Trouble in Metering System</i> .....	80
Gambar 5.1	Peta Risiko Operasional PT Pertamina Gas Central Sumetera Area .....	87
Gambar 5.2	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Kegagalan <i>Illegal Tapping</i> .....	89
Gambar 5.3	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat <i>Leaking</i> .....	92
Gambar 5.3	Skema Aplikasi <i>Leak Detection System</i> (LDS) di PT Pertamina Gas Central Sumatera Area .....	95

(halaman ini sengaja dikosongkan)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

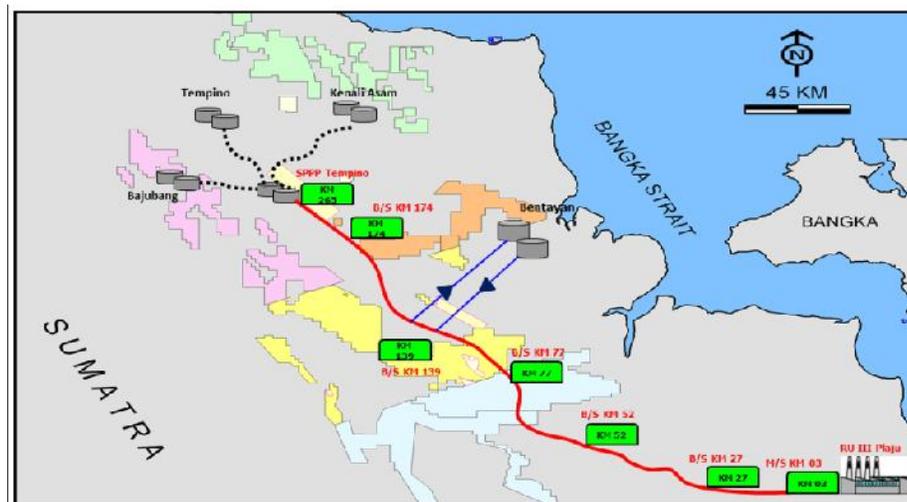
Sejak lebih dari tujuh dekade terakhir, minyak bumi menjadi salah satu elemen penting dalam perekonomian global. Perannya sebagai sumber bahan bakar untuk industri manufaktur, listrik, hingga transportasi, membuatnya menjadi “nyawa” yang menyokong pertumbuhan ekonomi negara. Terlebih lagi apabila melihat bahwa kebutuhan minyak bumi terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut data, kebutuhan minyak mentah (*crude oil*) pada 2016 diperkirakan berada diangka 94,2 juta barrel per hari, meningkat sebesar 1,2 juta barrel dari tahun sebelumnya (OPEC, *Monthly Oil Market Report*, 10 February 2016)

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki sumber daya alam yang cukup melimpah, baik itu sumber daya alam yang berada di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah. Salah satu sumber daya alam yang dimaksud yaitu minyak bumi. Saat ini, Indonesia memiliki 7 provinsi penghasil minyak bumi terbesar dan menjadikan Indonesia sebagai negara dengan kapasitas produksi migas tertinggi Asia Tenggara. Kenyataan tersebut membuat kegiatan bisnis migas di negara ini terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, diperkirakan jumlah minyak bumi yang di keruk dari dalam perut bumi di berbagai wilayah Indonesia mencapai 915.798 barel/hari.

Adapun provinsi yang termasuk penghasil minyak bumi terbesar di Indonesia yakni provinsi Jambi dan Sumatera Selatan. Ladang minyak di Sumatera Selatan tersebar di beberapa wilayah, seperti di Lematang, Ogan Komerling, Rimau, *South* dan *Central Sumatera*, Pendopo dan Raja blok. Jika disatukan, total jumlah produksi minyak mentah di provinsi ini dapat mencapai 41.057 barel per hari. Di propinsi Sumatera Selatan juga berdiri unit penyulingan minyak bumi milik Pertamina.

PT Pertamina Gas adalah perusahaan yang bergerak dalam sektor *midstream* dan *downstream* industri migas Indonesia. Perusahaan ini merupakan anak perusahaan PT Pertamina (Persero) dalam peran usaha niaga gas,

transportasi migas, pemrosesan gas dan distribusi gas, serta bisnis lainnya yang terkait dengan gas alam dan produk turunannya. Dalam kegiatan bisnisnya, PT Pertamina Gas menggunakan jaringan pipa migas yang harus dikelola dengan manajemen risiko yang baik untuk meminimalisir potensi risiko yang bisa terjadi. PT Pertamina Gas memiliki beberapa area kerja yang salah satunya adalah PT Pertamina Gas Central Sumatera Area yang mengelola jaringan pipa *crude oil*.



Gambar 1.1 Wilayah Kerja Pipa Penyalur Minyak Bumi Tempino-Plaju (Overview PT Pertamina Gas, 2017)

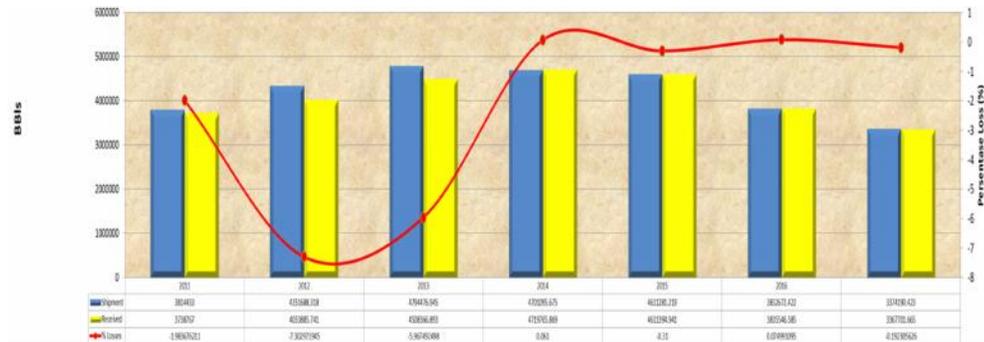
Dari Gambar 1.1 diatas dapat dilihat jalur pipa minyak bumi yang dikelola oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. PT Pertamina Gas Central Sumatera Area (PTG CSA) merupakan salah satu area operasi dari PT Pertamina Gas yang berperan penting dalam penyaluran minyak mentah dari SPPP Tempino di wilayah Jambi hingga KM 03 Sei Gerong di wilayah Palembang, dengan panjang pipa sepanjang  $\pm 265$  Km dan diameter pipa 8". Minyak mentah yang dialirkan sebesar  $\pm 9000$  BOPD dari para Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) yang berada di wilayah kerja Jambi dan Sumatera Selatan untuk diproses menjadi bahan bakar minyak (BBM) di Refinery Unit III Pertamina (Persero) di Plaju. Dalam penyaluran minyak bumi tersebut, PTG CSA mempunyai 6 lokasi booster/metering station, 7 lokasi manifold, 5 lokasi perlintasan sungai (*river crossing*).

Tabel 1.1 Data Historis Pipa Tempino – Plaju

No	Periode	Jalur	Pengelola	Pengguna
1	1935 (dipasang) s/d 1971	KM 265 – KM 03	Niam	Niam
2	1971 s/d 1987	KM 265 – KM 03	PERTAMINA	PERTAMINA
3	Mei 1987 s/d Februari 1993	KM 265 – KM 139 KM 139 – KM 03	PERTAMINA ASSL	PERTAMINA PERTAMINA, ASSL, PTSI
4	Februari 1993 s/d Juni 1996	KM 265 – KM 03	ASSL	PERTAMINA, ASSL, PTSI, JOB PAJL
5	Juli 1996 s/d April 2005	KM 265 – KM 03	CONOCO PHILLIPS	PEP JAMBI, BWP MERUAP, EMP GELAM, PBMSJ, PEARL OIL, GMSL, ETRL
6	April 2005 s/d April 2008	KM 265 – KM 03	PERTAMINA EP	PEP JAMBI, BWP MERUAP, EMP GELAM, PBMSJ, PEARL OIL, GMSL, ETRL
7	April 2008 s/d sekarang	KM 265 – KM 03	PERTAMINA GAS	PEP JAMBI, BWP MERUAP, EMP GELAM, PBMSJ, PEARL OIL, GMSL, ETRL

Sumber : *Overview* Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

Tabel 1.1 menunjukkan data historis pengelolaan pipa minyak bumi Tempino – Plaju mulai dari tahun pemasangan pipa yaitu tahun 1935 sampai sekarang. Selama periode tahun 1935 sampai sekarang pengelolaan pipa minyak bumi ini telah beberapa kali berganti pengelola dan selama periode tersebut juga pengguna pipa tersebut juga bertambah. Selama pengoperasian pipa oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dapat dilihat profil penyaluran minyak bumi dari periode tahun 2011-2017 pada grafik berikut.



Gambar 1.2 Grafik Penyaluran Minyak Mentah Tempino – KM 03 Sei Gerong Periode 2011 s.d 2017

Sumber :Laporan Tahunan PT Pertamina Gas Central Sumatera Area 2017

Dari Gambar 1.2 di atas dapat dilihat bahwa penyaluran minyak bumi melalui pipa Tempino-Plaju dari tahun 2011 mengalami kenaikan sampai 2013 dan selanjutnya mengalami penurunan sampai tahun 2017. Fluktuasi ini disebabkan oleh beberapa faktor risiko bisnis yang akan dibahas dalam penelitian ini. PT Pertamina Gas Central Sumatera Area selaku *transporter* memiliki tanggung jawab dalam menjaga volume penyaluran agar tidak terjadi kegagalan penyaluran minyak bumi. Kegagalan penyaluran tersebut merupakan risiko bisnis yang dapat menurunkan pendapatan (*revenue*) perusahaan. Bagaimana faktor-faktor potensi risiko bisnis yang ada dapat mempengaruhi tingkat pencapaian target perusahaan dapat digambarkan dalam Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Perincian realisasi anggaran PT Pertamina Gas Central Sumatera Area tahun 2017

Uraian	Satuan	Target	Realisasi	
		RKAP 2017	Kumulatif (TW I- TW IV)	% Realisasi Kumulatif (TW I-TW IV)
Laba	USD	12,007,084.08	14,316,185.48	119 %
Oil Transportation Revenue	USD	22,225,160.88	21,353,995.20	96 %
	Ekv. IDR	295,594,639,697.71	284,008,136,179.55	96 %
	Ekv. USD	22,225,160.88	21,353,995.20	96 %
Volume Crude Oil Nett	BOPD	9,933.25	9,253.11	93 %
	Bbls	3,625,637.99	3,377,385.69	93 %
	MMBO	3.63	3.39	93 %
Toll fee	USD	6.13	6.32	103 %

Sumber : Laporan Pelaksanaan Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area Periode Bulan Desember 2017

Penelitian ini akan menganalisis risiko bisnis yang ada pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dan kemudian memberikan rekomendasi tindakan mitigasi untuk mengurangi kemungkinan dan dampak risiko bisnis yang ada sehingga frekuensi dan dampak risiko bisnis yang terjadi dapat diminimalisir. Terdapat beberapa cara dalam mengatasi permasalahan terkait risiko bisnis penyaluran minyak bumi, salah satu diantaranya adalah melalui penelitian risiko rantai pasok dan perancangan mitigasi berbasis simulasi. Dalam hal ini simulasi didesain untuk mensimulasikan permasalahan yang ada sehingga diperoleh

pemahaman mengenai dampak risiko bisnis yang berupa kegagalan penyaluran minyak bumi yang terjadi serta mitigasi risiko bisnis tertinggi yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan risiko bisnis pada kegiatan operasional penyaluran minyak bumi. Dalam melakukan simulasi Montecarlo akan menggunakan perangkat lunak yaitu *Crystal Ball* dalam pengolahannya.

Pendekatan dengan metode Montecarlo ini bertujuan untuk membangkitkan bilangan random dimana bilangan random ini merupakan representasi ketidakpastian situasi dari sistem nyata sehingga menyerupai sistem riilnya, dimana hal ini adalah kekurangan dari penggunaan metode deterministik seperti *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*.

Dengan adanya penelitian ini PT Pertamina Gas bisa memanfaatkan hasil identifikasi risiko bisnis serta melakukan tindakan mitigasi yang tepat terhadap risiko bisnis yang kritis untuk dapat dimasukkan ke dalam Rencana Kerja Anak Perusahaan (RKAP) tahunan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penelitian ini menampilkan gambaran umum bagaimana risiko bisnis berpengaruh terhadap sistem penyaluran minyak bumi PT. Pertamina Gas Central Sumatera Area. Dari gambaran umum tersebut masalah yang ditemui adalah belum adanya penanggulangan risiko yang bersifat kuantitatif dan terukur dengan skala prioritas yang berdasarkan kepada dampak terbesar terhadap *revenue* perusahaan, sehingga perusahaan masih mengandalkan rencana kerja penanggulangan risiko bisnis yang bersifat durasional dan tidak berpengaruh signifikan terhadap pencapaian target perusahaan. Dengan penelitian ini akan diidentifikasi risiko bisnis kritis apa saja yang perlu dilakukan mitigasi dengan menggunakan simulasi Montecarlo.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Dapat memahami gambaran umum mengenai risiko bisnis yang terjadi dalam kegiatan penyaluran minyak bumi melalui pipa penyalur Tempino-Plaju milik

PT Pertamina Gas serta permasalahan teknis operasional yang mempengaruhi kegiatan penyaluran minyak bumi tersebut;

2. Mengidentifikasi dan menentukan probabilitas terjadinya risiko bisnis yang terjadi selama kegiatan operasional penyaluran minyak bumi di pipa penyalur Tempino-Plaju;
3. Mengestimasi risiko bisnis dalam hal penurunan pendapatan (*revenue*) dari kegiatan operasional penyaluran minyak bumi yang disebabkan oleh masalah yang terjadi dengan pendekatan metode simulasi Montecarlo;
4. Memberikan rekomendasi dan kesimpulan dalam usaha mitigasi dari masing-masing faktor risiko bisnis tersebut.
5. Membangun suatu alur berpikir atau metode komprehensif dalam penentuan Rencana Kerja Anak Perusahaan (RKAP) yang mempertimbangkan risiko bisnis kritis dengan menggunakan data historis area operasional;

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat bagi PT Pertamina Gas dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh gambaran umum mengenai risiko bisnis yang dapat terjadi di area operasi PT. Pertamina Gas Central Sumatera Area, serta masalah faktor teknis yang berdampak pada penyaluran minyak bumi melalui pipa penyalur Tempino-Plaju serta memilih mitigasi yang sesuai dalam meminimalisir kemungkinan dan dampak terjadinya risiko tersebut.
2. Memahami penggunaan simulasi Montecarlo untuk menentukan risiko bisnis yang berupa tren penurunan volume penyaluran yang disebabkan kegagalan penyaluran yang terjadi selama kegiatan operasional di lingkungan PT. Pertamina Gas Central Sumatera Area.
3. Mampu meningkatkan pemahaman tentang risiko bisnis dan dampak yang ditimbulkan serta tindakan mitigasi yang tepat dan terukur yang dapat dilakukan terkait risiko bisnis kritis yang ada pada PT Pertamina Gas.
4. Dengan menggunakan metode komprehensif yang telah dibangun, kita dapat menentukan rencana kerja utama dengan mempertimbangkan risiko bisnis kritis, sehingga perencanaan kerja dapat dilakukan tepat sasaran

## **1.5 Batasan Masalah**

Untuk memperoleh langkah pemecahan yang tepat terhadap permasalahan yang diangkat dan menjaga supaya analisa yang dilakukan tetap terarah, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sistem penyaluran minyak bumi yang akan dilakukan penelitian adalah seluruh jaringan pipa penyalur dan peralatan yang digunakan pada pipa Tempino-Plaju yang merupakan asset PT Pertamina Gas sepanjang  $\pm$  265 km.
2. Yang menjadi fokus penelitian adalah risiko bisnis yang disebabkan oleh faktor-faktor yang memiliki potensi terjadinya kegagalan penyaluran yang mempengaruhi proses bisnis PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.
3. Data yang digunakan dalam studi ini merupakan data yang diambil dari Divisi *Operation*, Divisi *Planning*, Divisi *Maintenance* dan Divisi *Safety* dan di PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Data dan perhitungan pendapatan perusahaan dalam proses bisnis ini merupakan data yang aktual.
4. Dalam mengestimasi *opportunity financial lost* bagi *revenue* perusahaan, kurs mata uang yang digunakan diasumsikan Rp 14.000/US\$ untuk setiap tahunnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan Proposal Tesis**

Sistematika penulisan proposal tesis ini secara garis besar dibagi kedalam enam bab, dimana setiap bab dibagi menjadi sub-sub bab berisi uraian yang mendukung isi secara sistematis dari setiap bab secara keseluruhan. Adapun sistematika proposal tesis ini adalah:

### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan secara umum materi-materi yang akan dibahas, yaitu: latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan proposal tesis.

### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini membahas mengenai penelitian terdahulu, landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini, kerangka pemikiran dan hipotesis penelitian.

### **BAB 3 : METODE PENELITIAN**

Pada bab ini diuraikan tentang metode penelitian yang terdiri dari rancangan penelitian, batasan penelitian, identifikasi variabel, definisi operasional dan pengukuran variabel, populasi sampel, dan teknik pengambilan sampel, data dan metode pengumpulan data serta yang terakhir adalah teknik analisis data.

### **BAB 4 : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk bahan analisa dan interpretasi data. Dari pengumpulan dan pengolahan data dapat mengetahui hasil yang diinginkan dari penelitian ini.

### **BAB 5 : ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Bab ini membahas hasil pengolahan data yang dilakukan untuk dianalisa dan menguraikan secara detail dan sistematis dari hasil pencapaian pengolahan data yang dilakukan.

### **BAB 6 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran yang diberikan untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai literatur dan penelitian lain yang digunakan sebagai dasar dan referensi dalam penelitian ini.

#### **2.1. Manajemen Risiko Rantai Pasok**

Setiap aktifitas yang dilakukan oleh perusahaan tidak akan terlepas dari ketidakpastian atau kejadian peristiwa tak terencana yang bisa mempengaruhi aliran bahan dan komponen pada rantai pasok (Svensson, 2000). Ketidakpastian dan dampak dari suatu peristiwa di dalam rantai pasok dapat dikatakan dengan risiko (Sinha et al, 2004). Risiko ini merupakan faktor-faktor yang menghambat operasional pada rantai pasok. Yang mana risiko pada rantai pasok dapat terjadi mulai dari hulu (pemasok, pabrik) dan sampai hilir (distributor, konsumen). Risiko lebih dikaitkan dengan kerugian yang diakibatkan oleh kejadian yang mungkin terjadi dalam waktu tertentu (Jutner et al, 2003). Risiko tidak dapat dihindari akan tetapi dapat diminimalisir atau dihilangkan dengan melakukan penanganan risiko yang tepat. Penanganan risiko dalam rantai pasok sangat diperlukan agar dapat meminimalkan biaya, waktu dan kinerja dalam aktifitas rantai pasok tersebut.

Perusahaan harus waspada dengan risiko yang dapat membahayakan keselamatan jangka pendek dan jangka panjang rantai pasok mereka, serta risiko dapat mengganggu dan menunda material, informasi, dan arus kas, yang pada akhirnya dapat merusak penjualan, meningkatkan biaya, atau keduanya (Chopra dan Sodhi, 2004). Biasanya, satu penyebab risiko dapat merangsang lebih dari satu kejadian risiko. Misalnya, masalah dalam suatu sistem produksi, pemasok dapat mengakibatkan penurunan tingkat produksi karena kurang mampu memasok bahan baku (Pujawan et al, 2010). Terjadinya risiko dapat mengakibatkan kerugian yaitu sebuah konsekuensi negatif yang tidak diinginkan dan ketidakpastian.

Dalam rantai pasok, terdapat 3 macam aliran yang harus dikelola yaitu aliran barang, aliran uang dan aliran informasi. Dalam aliran informasi pada industri penyaluran minyak bumi merupakan aliran informasi terkait kemampuan perusahaan dalam melakukan pengawasan terhadap data informasi penyaluran minyak bumi perharinya secara *real time* dari lapangan ke *control room*, aliran uang merupakan transaksi *toll fee* (biaya transportasi) yang berkaitan dengan biaya transaksi penyaluran volume minyak bumi dari produsen atau *shipper* kepada perusahaan yang membeli minyak bumi tersebut atau *offtaker* dan aliran barang merupakan terkirimnya minyak bumi dari *shipper* menuju *offtaker* yang membeli minyak bumi tersebut melalui pipa penyalur milik PT Pertamina Gas. Model rantai pasok ditampilkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Model Rantai Pasok dan Aliran yang Dikelola  
 Sumber: Buku *Supply Chain Management* (Pujawan,2010)

Pada Gambar 2.1 dapat disimpulkan akan pentingnya aliran barang, uang dan juga informasi pada rantai pasok. Terganggunya salah satu aliran akan berakibat terhadap tidak lancarnya proses rantai pasok antar perusahaan baik kesalahan informasi, kesalahan transaksi keuangan dan terhambatnya penyaluran pasokan minyak bumi. Penelitian ini akan memfokuskan pada sisi identifikasi dan analisa risiko bisnis kritis apa saja sebagai penyebab kegagalan penyaluran minyak bumi pada jaringan pipa Tempino-Plaju milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area yang berdampak pada *revenue* perusahaan tersebut dan memitigasi risiko bisnis yang berdampak pada kegagalan penyaluran minyak bumi, sehingga meminimalisir terjadinya gangguan penyaluran minyak bumi dan

pencapaian target volume penyaluran sesuai dengan *Key Performance Indicator (KPI)* yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

### **2.1.1. Konsep Dasar Manajemen Risiko di Rantai Pasok**

Risiko ada dimana saja, pada kenyataannya hampir di semua proses yang kompleks dapat terjadi risiko. Risiko dinyatakan sebagai “*the chance of something happening that will have an impact upon objectives. It is measured in terms of consequences and likelihood*”. Risiko adalah penyingkapan terhadap konsekuensi dari ketidakpastian. Di dalam konteks proyek, risiko adalah kemungkinan terjadinya suatu hal yang memberikan dampak yang merugikan (Rimbono, 2008). Menurut karakteristik dasarnya, Risiko dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Risiko Murni: Risiko yang mengakibatkan kerugian pada organisasi, yang dapat diukur secara fisik dan umumnya disebabkan karena alam. Biasanya focus pada *High Impact – Low Probability*. Contoh : Gempa Bumi, banjir, tsunami, dll.
2. Risiko Spekulatif: Risiko yang dapat mengakibatkan dua kemungkinan, merugikan atau menguntungkan organisasi. Terjadi sebagai produk atau hasil dari perbuatan manusia. Biasanya focus pada *low impact – high probability*. Contoh : Risiko valuta asing, risiko tingkat suku bunga, perubahan sosial politik, perubahan pola operasional penyaluran minyak bumi

Risiko dan ketidakpastian berhubungan dengan kejadian atau kegiatan tertentu yang dapat diidentifikasi secara individu. Terjadinya suatu risiko mengisyaratkan adanya suatu akibat yang memiliki probabilitas kejadian. Banyak risiko yang umum terjadi dalam konstruksi memberikan kemungkinan berupa kerugian atau keuntungan, contohnya produktifitas tenaga kerja, penyimpangan dan inflasi. Ini merupakan risiko dengan probabilitas yang rendah atau sedang dengan kemungkinan dampak yang rendah atau tinggi (Farragher et al, 1999).

Analisa risiko secara efektif harus difokuskan pada kerugian finansial langsung, gangguan pelayanan atau kematian. Tingkat ketidak pastian dalam setiap perkiraan output harus dapat dinilai. Akurasi dari analisis harus sesuai dengan akurasi data. Dalam aktifitas produksi suatu perusahaan memiliki banyak risiko yang dapat terjadi dan belum teridentifikasi dengan baik. Beberapa risiko

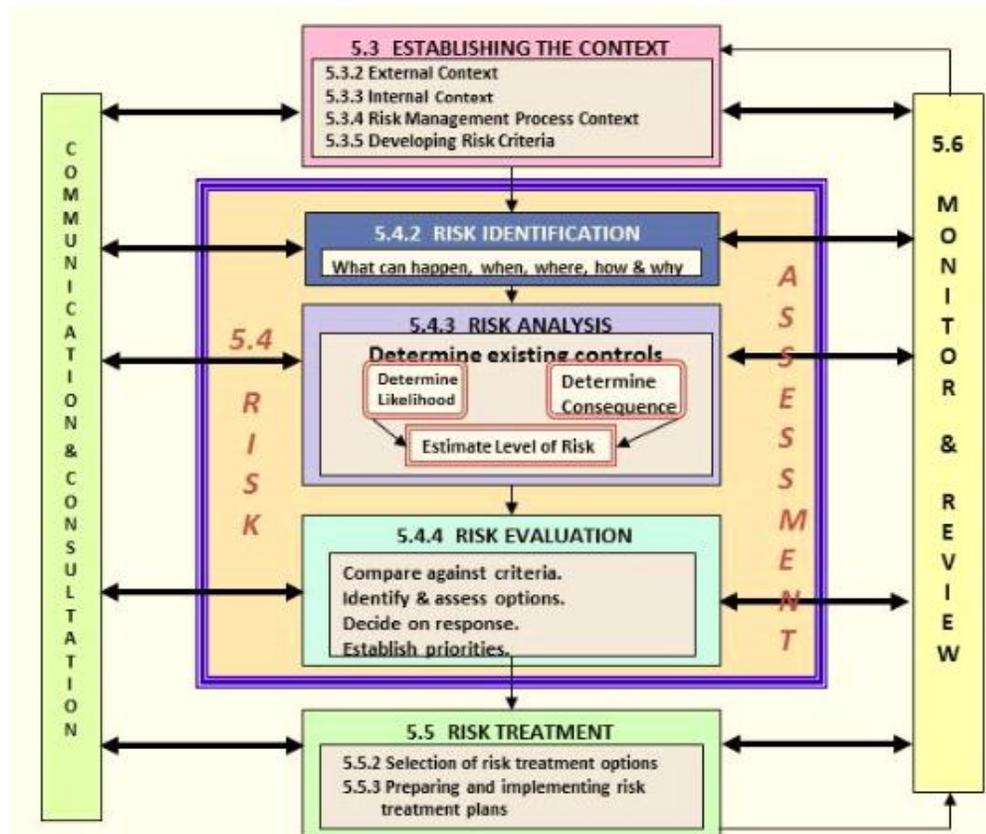
yang seringkali terjadi di perusahaan yaitu terjadinya kerusakan atau *malfunction* pada salah satu mesin produksi baik mesin pompa, motor penggerak, alat ukur penyaluran minyak bumi maupun sabotase atau pencurian minyak bumi dengan melubangi pipa penyalur yang menyebabkan berhentinya penyaluran minyak bumi. Faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh dalam kemampuan perusahaan dalam melakukan penyaluran minyak bumi kepada konsumen (*Offtaker*). Pipa penyalur Tempino-Plaju sebagai satu-satunya pipa penyalur minyak bumi dari provinsi Jambi ke provinsi Sumatera Selatan, tentunya faktor-faktor yang menyebabkan terganggunya penyaluran minyak bumi ini akan menimbulkan efek domino terhadap kelangsungan perekonomian di wilayah Jambi dan Sumatera Selatan, diantaranya :

1. Pendapatan negara dari sektor migas menjadi berkurang.
2. Ketersediaan bahan bakar minyak akan berkurang untuk provinsi yang menerima bahan bakar dari unit pengolahan RU III Plaju khususnya provinsi Jambi dan Sumatera Selatan dikarenakan RU III Plaju tidak bisa produksi karena bahan baku minyak mentah terhenti.
3. Mempengaruhi *lifting* minyak di sumur eksplorasi akibat tidak bisa produksi karena penyaluran minyak bumi yang terhenti.
4. Industri – industri di Sumatera khususnya Sumatera Selatan tidak dapat berproduksi dikarenakan kurangnya sumber energi dari bahan bakar minyak.

Dengan begitu besarnya dampak yang disebabkan oleh terganggunya penyaluran minyak bumi pada jaringan pipa penyalur Tempino-Plaju ini maka PT Pertamina Gas Central Sumatera Area terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan serta peningkatan teknologi yang membantu dalam menjamin penyaluran minyak bumi dari *shipper* sampai ke *Offtaker*. PT Pertamina Gas Central Sumatera Area juga telah melakukan penggantian pipa penyalur lama dengan yang baru, namun tetap saja risiko terganggunya penyaluran minyak bumi masih terjadi dan memberikan efek domino yang cukup luas bagi masyarakat.

Dengan efek domino tersebut menjadikan penting dilakukannya analisis risiko bisnis yang baik agar dapat menghindari terjadi kegagalan operasional

sehingga menyebabkan banyaknya kerugian dari sisi perusahaan dan kerugian dari efek domino yang ditimbulkan. Berikut merupakan kerangka dalam proses manajemen risiko seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses Manajemen Risiko Berdasarkan ISO 31000  
 Sumber: Buku Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 (Leo, 2011)

*ISO 31000 “Risk Management-Principle and Guidelines on Implementation”* adalah keluarga standar internasional pedoman penerapan manajemen risiko yang diterbitkan oleh *International Organization for Standardization (ISO)*. Standar yang diterbitkan pada 13 November 2009 ini merupakan pengembangan standar *AS/NZS 4360:2004* yang dikeluarkan oleh *Standards Australia (ISO, 2011)*.

Kelebihan *ISO 31000:2009* dibandingkan dengan *framework* lain (Leo, 2011):

1. Kemudahan dalam menerapkan
2. Lingkup penerapan *ISO 31000* lebih general
3. *ISO 31000* bukan untuk sertifikasi
4. *ISO 31000* telah diadopsi oleh banyak negara

Struktur *ISO 31000* terdiri atas tiga elemen yang saling berkaitan yaitu :

1. Prinsip manajemen risiko;
2. *Framework* manajemen risiko; dan
3. Proses manajemen risiko (Leo, 2010).

### 1. Prinsip Manajemen Risiko

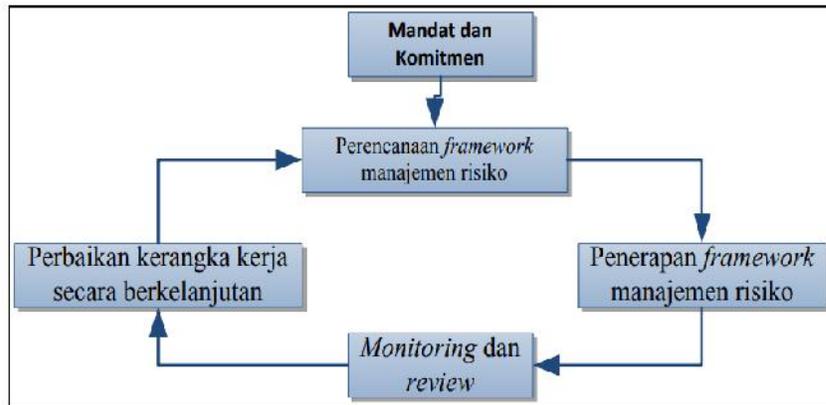
Prinsip-prinsip manajemen risiko (*Principles Risk Management*) dapat dikatakan efektif apabila memiliki kemampuan untuk menerapkan prinsip-prinsip sebagai berikut (Leo, 2010):

- a. Manajemen risiko harus memberi nilai tambah
- b. Manajemen risiko adalah bagian terpadu dari proses organisasi
- c. Manajemen risiko adalah bagian dari proses pengambilan keputusan
- d. Manajemen risiko secara khusus menangani aspek ketidakpastian
- e. Manajemen risiko bersifat sistematis, terstruktur dan tepat waktu
- f. Manajemen risiko berdasarkan pada informasi terbaik yang tersedia
- g. Manajemen risiko adalah khas untuk penggunaannya
- h. Manajemen risiko mempertimbangkan faktor manusia dan budaya
- i. Manajemen risiko harus transparan dan inklusi
- j. Manajemen risiko bersifat dinamis, berulang dan tanggap terhadap perubahan
- k. Manajemen risiko harus memfasilitasi terjadinya perbaikan dan peningkatan organisasi secara berlanjut.

### 2. *Framework* Manajemen Risiko

Manajemen risiko harus diletakkan dalam suatu *framework* manajemen risiko supaya dapat berhasil dengan baik. *Framework* ini akan menjadi dasar penataan yang mencakup seluruh kegiatan manajemen risiko disemua tingkatan organisasi. Selain itu, dapat membantu organisasi mengelola risiko secara efektif melalui penerapan proses manajemen risiko, memastikan informasi risiko yang

lengkap dan memadai yang digunakan sebagai landasan untuk pengambilan keputusan. Gambar 2.3 menggambarkan komponen-komponen dari *framework* manajemen risiko yang diperlukan dan hubungannya satu dengan yang lainnya.



Gambar 2.3 *Framework* Pengelolaan Risiko  
 Sumber: Buku Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 (Leo, 2011)

- a. Mandat dan komitmen  
 Penerapan manajemen risiko yang efektif diperlukan komitmen yang kuat dan berkelanjutan dari manajemen organisasi.
- b. Perencanaan *framework* manajemen risiko
  - Memahami organisasi dan konteksnya
  - Menetapkan kebijakan manajemen risiko
  - Akuntabilitas
  - Integrasi ke dalam proses bisnis
  - Sumber daya
  - Pembentukan mekanisme komunikasi internal dan sistem pelaporan
  - Pembentukan mekanisme komunikasi eksternal dan sistem pelaporannya.
- c. Penerapan *framework* manajemen risiko  
 Manajemen risiko dapat dikatakan telah terlaksana dengan baik apabila proses manajemen risiko telah terlaksana di semua tingkatan dan fungsi organisasi.

d. *Monitoring dan review*

Menetapkan ukuran kinerja, meninjau secara berkala *framework* manajemen risiko, kebijakan risiko dan rencana penerapan risiko tetap sesuai dengan konteks internal dan eksternal organisasi.

e. Perbaiki kerangka kerja secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil *monitoring* dan *review* diambil tindak lanjut untuk meningkatkan *framework* manajemen risiko, kebijakan risiko dan rencana manajemen risiko.

3. Proses Manajemen Risiko

Proses manajemen risiko merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari manajemen umum. Manajemen risiko harus menjadi bagian dari budaya organisasi, praktek terbaik organisasi dan proses bisnis organisasi. Proses manajemen risiko meliputi 5 (lima) kegiatan yaitu komunikasi dan konsultasi, menentukan konteks, asesmen risiko, perlakuan risiko, *monitoring* dan *review* seperti yang digambarkan pada gambar 2.2 diatas.

a. Komunikasi dan konsultasi

Komunikasi dan konsultasi yang efektif baik internal maupun eksternal harus menghasilkan kejelasan bagi pihak-pihak yang bertanggung jawab untuk menerapkan proses manajemen risiko dan para pemangku kepentingan terkait.

b. Menetapkan konteks

Dengan ditetapkannya konteks berarti manajemen organisasi menentukan batasan atau parameter internal dan eksternal yang akan dijadikan pertimbangan dalam pengelolaan risiko, menentukan lingkup kerja dan kriteria risiko untuk proses-proses selanjutnya.

c. *Assesmen / penilaian risiko*

Pada proses manajemen risiko terdapat tiga poin utama dalam penilaian risiko yaitu :

## 1. Identifikasi risiko

Melakukan identifikasi atas kejadian maupun potensi kejadian yang apabila terjadi akan mempengaruhi pencapaian tujuan perusahaan (berpotensi merugikan perusahaan). Proses identifikasi risiko dilakukan berdasarkan sumber dari perusahaan, dalam hal ini orang-orang yang berhubungan atau terlibat dalam kegiatan sehari-hari operasional di PT Pertamina Gas dan sudah memiliki pengalaman dalam menghadapi permasalahan operasional pada perusahaan seperti karyawan ataupun manajer. Selain itu, sumber data juga dapat diperoleh dari catatan, laporan, studi dan evaluasi terhadap berbagai hal yang berkaitan dengan proses identifikasi risiko dan dilakukan secara bertahap. Dalam proses identifikasi perlu diketahui mengenai apa yang dapat diobservasi dan dipelajari sehingga akan didapatkan proses identifikasi yang akurat.

## 2. Analisis risiko

Analisis risiko adalah upaya untuk memahami risiko lebih dalam dengan cara mencermati sumber risiko dan tingkat pengendalian yang ada serta menilai konsekuensi dan kemungkinan terjadinya risiko. *Assesmen* terhadap peristiwa risiko atau potensial risiko dilakukan untuk menentukan *Level of Risk* (Tingkat Eksposur Risiko) dengan melihat 2 perspektif, yaitu *Likelihood/Probability* dan *Impact/Consequences*.

- *Likelihood/Probability*: Adalah peluang/kemungkinan terjadinya risiko
- *Impact/Consequences*: Adalah besarnya kerugian (*severity*) apabila terjadi peristiwa risiko (aspek keuangan, SDM, reputasi, *output*, dll)

Banyak metode analisis risiko yang digunakan seperti *JSA (Job Safety Analysis)* dan *HAZOP (Hazard and Operability Analysis)*, (Andersen & Mostue, 2011) dan nantinya hasil analisis risiko yang telah dilakukan akan didapatkan dalam bentuk grafik simulasi yang menampilkan nilai rata-rata *minimum*, *most likely* dan *maximum* dari kejadian risiko pada sub-proses serta profil dari tiap risiko yang ditampilkan pada grafik sensitivitas.

### 3. Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko mengacu pada penetapan apakah risiko tersebut melampaui toleransi risiko organisasi atau tidak, dan mengurutkan prioritas risiko untuk rencana penanganan. *Output* dari evaluasi risiko ada 2 :

1. Peta Risiko
2. Daftar Prioritas Risiko

Risiko tidak selalu tetap, risiko baru dapat timbul dan prioritas risiko dapat berubah. Dalam menentukan prioritas risiko yang menjadi dasar utama adalah tujuan organisasi yang tertuang dalam Rencana Jangka Panjang Perusahaan/Rencana Kerja Anggaran Perusahaan.

Metode dalam evaluasi risiko ada dua jenis, yaitu:

#### 1. Analisis Kualitatif

Analisis ini terdiri dari penilaian risiko dalam bentuk nilai diskrit, contoh: rendah, sedang, tinggi. Contoh analisis kualitatif dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Risk Matrik Risiko Aktual dan Risiko Residual

Sumber: Buku Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 (Leo, 2011)

Analisis data kualitatif dilakukan secara induktif, yaitu penelitian kualitatif tidak dimulai dari deduksi teori tetapi dimulai dari fakta empiris. Peneliti terjun ke lapangan, mempelajari, menganalisis, menafsirkan dan menarik kesimpulan dari fenomena yang ada di lapangan. Peneliti dihadapkan kepada data yang diperoleh dari lapangan. Dari data tersebut, peneliti harus menganalisis sehingga menemukan makna yang kemudian makna itulah menjadi hasil penelitian.

## 2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif terdiri dari deskripsi risiko melalui fungsi probabilitas yang menjadi bagian dari model matematika dalam suatu proyek. Hal ini dapat digunakan untuk menilai risiko pada keseluruhan proyek dan jadwal. Contoh analisis kuantitatif risiko antara lain, simulasi Montecarlo, analisis sensitivitas, *decision tress*, dan perbandingan skenario.

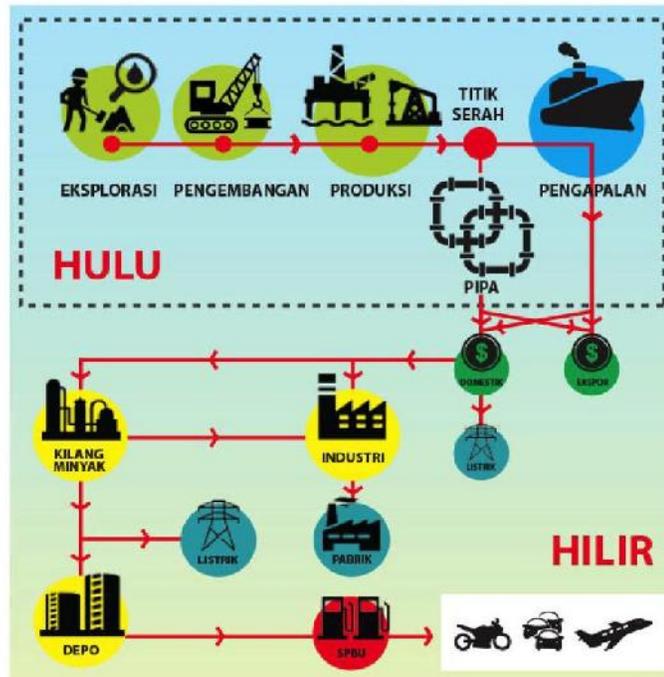
Metode analisis risiko mulai dikembangkan pada tahun 1960-an dan mulai digunakan pada dunia *oil and gas* pada pertengahan 1970-an (Mc Cray, 1975). Model stokastik masih dominan digunakan hingga tulisan mulai muncul membahas mengenai simulasi Montecarlo dan topic yang berkaitan. Penggunaan data literatur dan analisis statistik historis lapangan sangat berpengaruh dalam penentuan mitigasi risiko yang ada di lapangan.

### 2.1.2. Rantai Pasok Industri Minyak Bumi Indonesia

Minyak dan gas bumi merupakan sumber daya alam yang sangat strategis bagi Indonesia, bukan hanya sebagai pemasok kebutuhan bahan bakar dan bahan baku industri, tetapi juga sumber penerimaan negara. Kebutuhan sumber daya migas di masa mendatang tentu akan semakin meningkat seiring dengan perkembangan perekonomian nasional. Oleh sebab itu, migas selalu menjadi komoditas strategis yang menyita perhatian semua pihak. Namun, sayangnya masih banyak kalangan yang belum memahami mengenai seluk beluk rantai panjang bisnis migas. Secara umum, terdapat lima tahapan dalam kegiatan industri migas, yaitu eksplorasi, produksi, pengolahan, transportasi, dan pemasaran. Lima kegiatan pokok ini terbagi lagi menjadi dua kegiatan, yaitu kegiatan hulu (*upstream*) dan kegiatan hilir (*downstream*). Kegiatan hulu migas meliputi dua kegiatan utama, yaitu eksplorasi dan produksi. Sementara aktivitas hilir mencakup pengolahan, transportasi, dan pemasaran.

Di industri migas Indonesia, peran badan-badan pemerintah masih sangat dominan dan menentukan. Pemerintah mendorong perkembangan ekonomi melalui berbagai kebijakan maupun insentif. SKK Migas, Ditjen Migas

(Departemen ESDM), BPH Migas, Pemerintah Daerah merupakan beberapa agensi pemerintah sebagai *stakeholder* yang berperan penting dalam mengatur jalannya operasi industri migas melalui keputusan-keputusan yang dibuat termasuk dalam proses-proses supply chain. Berikut dibawah ini merupakan *flowprocess* bisnis industri minyak bumi di Indonesia



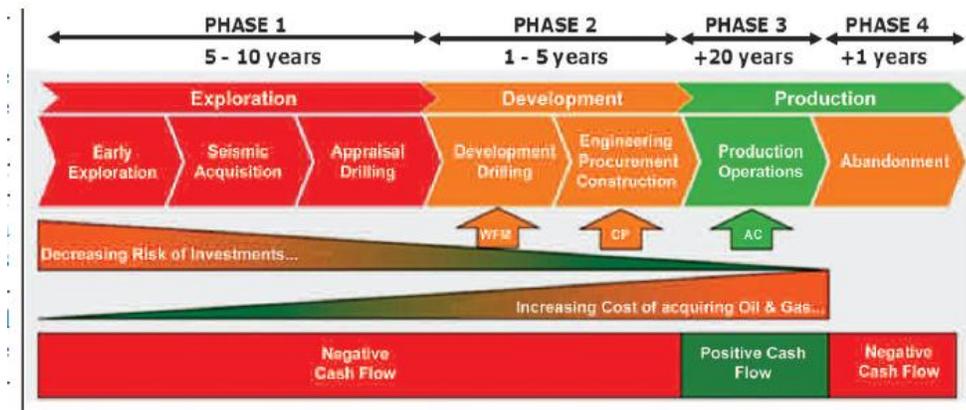
Gambar 2.5 Rantai Pasok Industri Minyak Bumi Indonesia  
 Sumber: <https://news.detik.com/>

Pada Gambar 2.5 menggambarkan tentang proses produksi berikut dengan rantai pasok mulai dari hulu sampai ke hilir. Proses produksi adalah aktivitas mengangkat kandungan migas ke permukaan bumi. Aliran migas akan masuk ke dalam sumur, lalu dinaikkan ke permukaan melalui *tubing* (pipa salur yang dipasang tegak lurus). Pada sumur yang baru berproduksi, proses pengangkatan ini dapat memanfaatkan tekanan alami alias tanpa alat bantu. Namun, apabila tekanan formasi tak mampu memompa migas ke permukaan, maka dibutuhkan metode pengangkatan buatan.

Migas yang telah diangkat akan dialirkan menuju *separator* (alat pemisah minyak, gas dan air) melalui pipa penyalur. *Separator* akan memisahkan air dan minyak (*liquid*), serta gas dan *impurity*. Air diinjeksikan kembali ke dalam sumur, sedangkan minyak dialirkan menuju tangki pengumpul. Sementara untuk *impurity* atau komponen gas yang bisa membahayakan manusia dan lingkungan hidup akan dibakar atau diinjeksikan ke sumur. Sedangkan gas dialirkan melalui pipa untuk kemudian dimanfaatkan atau dibakar tergantung pada jenis, volume, harga, dan jarak ke konsumen gas.

### **2.1.3. Kegiatan Hulu Industri Minyak Bumi (*Upstream Supply Chain*)**

Kegiatan industri hulu terdiri atas kegiatan eksplorasi dan produksi. Eksplorasi yang meliputi studi geologi, studi geofisika, survei seismik, dan pengeboran. Eksplorasi, adalah tahap awal dari seluruh kegiatan usaha hulu migas. Kegiatan ini bertujuan mencari cadangan baru. Jika hasil eksplorasi menemukan cadangan migas yang cukup ekonomis untuk dikembangkan, kegiatan eksplorasi akan dilanjutkan dengan kegiatan produksi. Keberhasilan eksplorasi sebenarnya sangat penting untuk menjamin kelangsungan industri hulu migas. Namun eksplorasi yang gagal pun sesungguhnya bukanlah merupakan kerugian murni, karena kegiatan ini menghasilkan data sebagai panduan kegiatan eksplorasi selanjutnya. Ketika dilakukan produksi yang terus menerus, cadangan akan produksi pun semakin berkurang, pada tahapan ini selanjutnya dilakukan optimisasi *field*. *Field* yang telah lama beroperasi masih dapat digunakan kembali dengan cara mengambil sisa sisa cadangan yang terkandung melalui proses *EOR* (*Enhance Oil Recovery*), selanjutnya semakin lama *Field* memiliki produksi yang semakin menurun dan pada akhirnya ditutup. Gambar 2.6 berikut merupakan gambaran umum mengenai kegiatan hulu migas. Kegiatan hulu migas dibagi menjadi 4 phase yaitu *phase exploration* (5-10 tahun), *phase development* (1-5 tahun), *phase production operation* (+20 tahun) dan *phase production abandonment* (1 tahun).



Gambar 2.6 Siklus Eksplorasi dan Produksi Minyak dan Gas Bumi (Amab Ghosh, EMC SPARK, 2014)

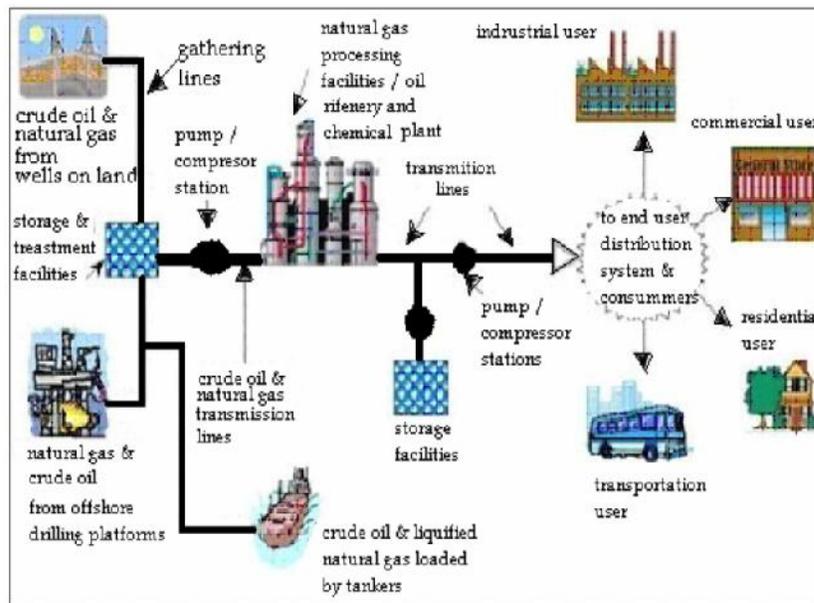
#### 2.1.4. Kegiatan Transportasi Industri Minyak Bumi (*Midstream Supply Chain*)

Transportasi berperan penting dalam manajemen rantai pasok. Dalam konteks rantai pasok, transportasi berperan penting karena sangatlah jarang suatu produk diproduksi dan dikonsumsi dalam satu lokasi yang sama. Strategi rantai pasok yang diimplementasikan dengan sukses memerlukan pengelolaan transportasi yang tepat. Fungsi transportasi dalam pergerakan produk, transportasi memainkan peran melakukan pergerakan barang. Nilai ekonomis transportasi dalam menjalankan peran ini adalah melakukan pergerakan sediaan barang dari lokasi asal ke lokasi tujuan tertentu dalam sistem manajemen rantai pasokan perusahaan. Kinerja transportasi akan menentukan kinerja pengadaan (*procurement*), produksi (*manufacturing*), dan *customer relationship management*. Tanpa kinerja transportasi yang andal, dapat dipastikan bahwa hampir semua aktivitas-aktivitas utama rantai pasok tersebut tidak akan berjalan secara efektif dan efisien.

Dalam Surat Keputusan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 300.K/38/M.PE/1997 tentang Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi juga dikenal istilah pipa alir sumur dan pipa transmisi minyak. Pipa alir sumur didefinisikan sebagai pipa untuk menyalurkan minyak dan gas bumi dari kepala sumur ke stasiun pengumpul. Sedangkan Pipa transmisi minyak adalah

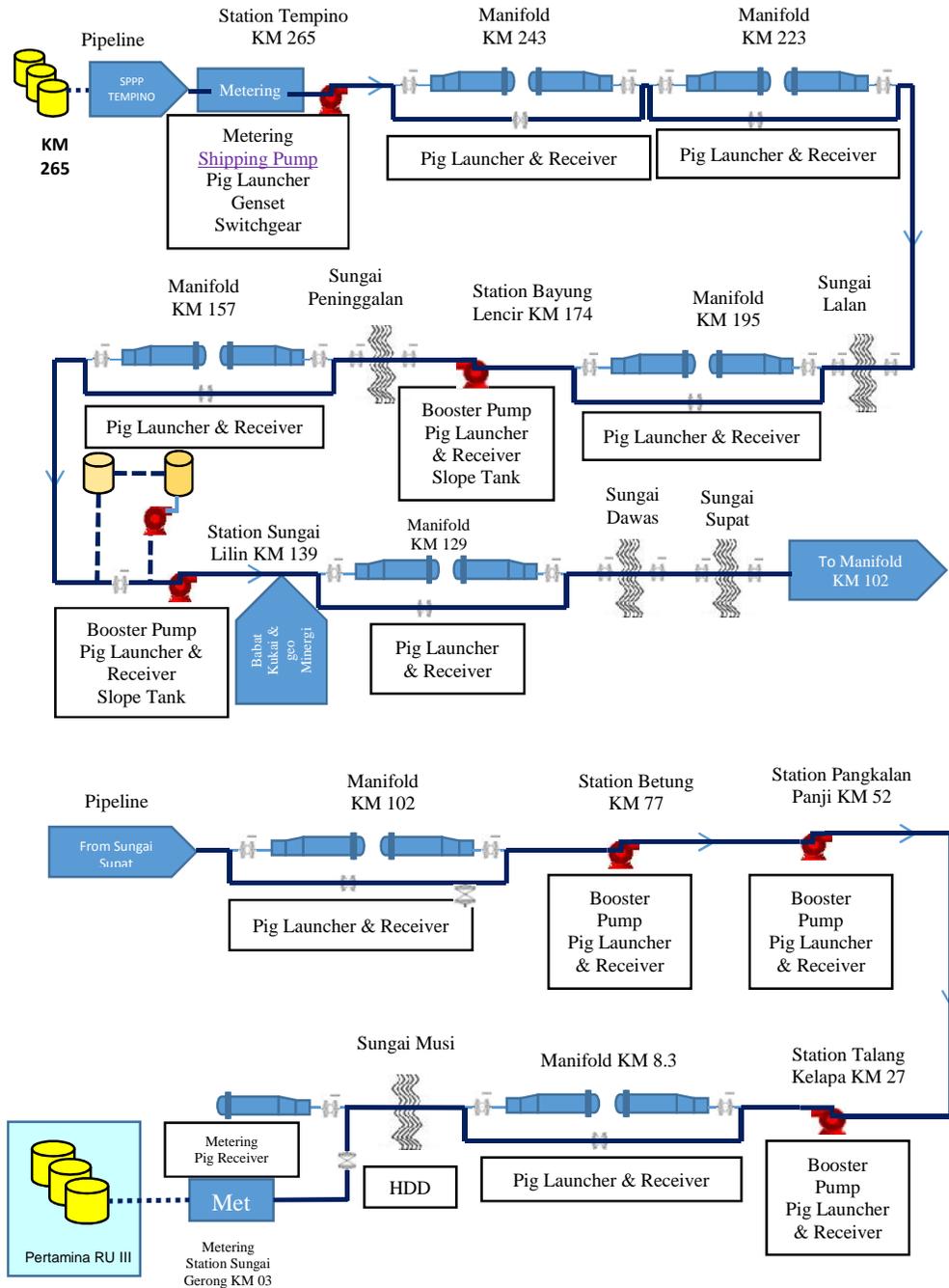
pipa untuk menyalurkan minyak dari stasiun pengumpul ke tempat pengolahan, dan dari tempat pengolahan ke depot, dari depot ke pelabuhan dan atau sebaliknya. Surat Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 300.K/38/M.PE/1997 juga menyatakan bahwa pipa penyalur minyak yang tekanannya dapat menimbulkan tegangan melingkar (*hoop stress*) lebih besar dari 20% Kuat Ulur Minimum Spesifikasi (KUMS) wajib ditanam sekurang-kurangnya 1 meter dari permukaan tanah dan mempunyai jarak minimum sekuran-kurangnya 3(tiga) meter. Namun jika ingin dioperasikan pada tekanan yang menimbulkan tegangan melingkar dibawah 20 % tidak wajib ditanam dan hanya wajib disediakan jarak yang cukup untuk kepentingan pemeliharaan pipa.

Rantai suplai *Midstream* meliputi transportasi. Transportasi minyak bumi biasanya menggunakan Jaringan pipa transmisi. Jaringan pipa transmisi didefinisikan sebagai satu atau lebih ruas pipa, biasanya saling terkoneksi satu sama lain membentuk jaringan, yang mentransportasikan minyak bumi dari sistem pengumpul atau lapangan penimbun ke jaringan pipa distribusi tekanan tinggi atau rendah. Secara umum Jaringan pipa penyalur minyak bumi terdiri dari elemen yang terhubung dan bekerjasama untuk mentransportasikan minyak bumi. Elemen tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sistem Elemen Jaringan Pipa Gas Bumi (Suwardi C. Ningrat, 2015)

Skema jaringan pipa penyalur minyak bumi Tempino-Plaju ini dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Flowchart Jalur Pipa Tempino-Plaju  
Sumber : (Overview PT Pertamina Gas, 2017)

### **2.1.5. Kegiatan Hilir Industri Minyak Bumi (*Downstream Supply Chain*)**

Secara umum, bisnis hilir migas dapat diartikan sebagai proses pengolahan minyak bumi maupun gas alam sampai pada tahap pemasaran hasil produksi, proses ini meliputi pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan niaga (pemasaran). Untuk lebih jelasnya berikut penjelasan masing-masing proses tersebut.

#### **1. Pengolahan**

Tahap pertama pada bisnis hilir migas ialah tahap pengolahan, pada dasarnya proses pengolahan bertujuan untuk memurnikan minyak bumi, mendapatkan bagian-bagian yang diinginkan dan mempertinggi mutu serta nilai tambah fraksi minyak bumi maupun gas alam. Proses pengolahan minyak mentah dilakukan pada area yang sering disebut dengan kilang (*Refinery Unit*) yang terdiri dari berbagai macam jenis peralatan pengolahan serta teknologi di dalamnya. Proses pengolahan akan menghasilkan berbagai jenis produk bahan bakar maupun produk setengah jadi, berikut contohnya:

1. Produk bahan bakar terdiri dari bensin, kerosen, minyak diesel, avtur, minyak bakar, LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan beberapa produk hasil olahan lainnya.
2. Produk setengah jadi atau sering juga disebut produk antara adalah bahan-bahan hasil olahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri lain, misalnya saja industri petrokimia. Contoh produk antara tersebut seperti propilena, etilena, benzena, toluena, methanol dan sebagainya.

Peralatan utama pada proses ini yaitu kolom destilasi yang berfungsi untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak bumi. kemudian proses pemurnian yang bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti mineral (garam), sulfur dan air, selanjutnya proses konversi yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas produk hasil olahan.

## 2. Pengangkutan

Proses pengangkutan pada industri hilir migas merupakan kegiatan pemindahan minyak bumi dan gas bumi atau hasil olahan dari wilayah kerja baik itu pengolahan maupun dari tempat penampungan. Proses pengangkutan biasanya menggunakan kapal atau melalui pipa transmisi dan distribusi. Apabila pemindahannya menggunakan pipa maka perlu perhatian khusus seperti pemilihan jenis pipa yang sesuai dengan karakteristik fraksi yang akan dialirkan di dalamnya.

## 3. Penyimpanan

Kegiatan penyimpanan meliputi proses penerimaan, pengumpulan dan penampungan minyak bumi dan gas alam serta hasil olahan. Lokasi penyimpanan untuk hasil olahan bisa saja berada di bawah tanah maupun di atas permukaan dengan menggunakan tangki yang sesuai dengan karakteristik fraksi di dalamnya.

## 4. Kegiatan Niaga (Pemasaran)

Kegiatan pemasaran merupakan tahap akhir pada bisnis hilir/industri hilir migas dimana terdiri dari pembelian, penjualan, ekspor dan impor minyak bumi dan gas bumi serta hasil olahan lainnya. Kegiatan niaga dapat digolongkan dalam dua bagian yaitu usaha niaga umum dan usaha niaga terbatas, berikut penjelasannya:

### 1. Niaga umum (*whole sale*)

Yaitu suatu kegiatan yang meliputi pembelian, penjualan, ekspor dan impor bahan bakar dan produk lainnya dalam skala yang besar dengan menggunakan sarana dan fasilitas niaga yang memadai. Perusahaan penerima memiliki hak untuk melakukan penjualan dengan menggunakan merek tertentu.

### 2. Niaga terbatas (*trading*)

Merupakan penjualan produk-produk niaga migas seperti minyak bumi, bahan bakar gas maupun hasil olahan lainnya karena kurangnya fasilitas dan tidak memiliki izin niaga.

## 2.2. Risiko Operasional Industri *Midstream* Minyak Bumi di Indonesia

Risiko operasional adalah risiko yang antara lain disebabkan ketidakcukupan dan atau tidak berfungsinya proses internal, kesalahan manusia, kegagalan sistem, atau adanya problem eksternal yang mempengaruhi operasional sebuah industri khususnya industri migas di Indonesia.

Risiko operasional dapat menimbulkan kerugian keuangan secara langsung maupun tidak langsung dan kerugian potensial atas hilangnya kesempatan memperoleh keuntungan. Risiko ini merupakan risiko bisnis yang melekat (*inherent*) pada setiap aktivitas kegiatan operasi. Kegiatan operasional di industri migas melibatkan banyak peralatan dengan tingkat penggunaan yang beragam. Keseluruhan perlengkapan ini harus dijaga tingkat keandalannya agar kegiatan operasional dapat berjalan dengan baik. Berikut infrastruktur transmisi minyak bumi yang erat kaitannya dalam kegiatan operasional industri *midstream* migas di Indonesia.

### 2.2.1. Peralatan Transportasi

#### 1. *Flowline*

Untuk industri migas, flow line dibedakan berdasarkan :

- Fluida yang dialirkan, seperti minyak, gas atau uap.
- Material pipa *steel pipe, non metallic, plastic, wood*.
- Tekanan kerja, pipa bertekanan tinggi, sedang, rendah.
- Fungsinya, sebagai pipa lateral, *gathering*, pipa utama.
- Penggunaannya, *surface pipe, subsurface pipe* dan lain sebagainya.

Dilapangan penempatan *flowline* tidak selalu terletak pada bidang datar tetapi disesuaikan dengan topografi daerah walaupun tetap diusahakan agar menempati posisi horisontal.

#### 2. *Manifold*

Merupakan akhir / pertemuan *flowline* yang berasal dari beberapa sumur yang terdiri dari rangkaian susunan katup yang berfungsi untuk :

1. Mengendalikan aliran fluida produksi dari tiap sumur yang ada (satu *manifold* mampu menampung hingga 20 sumur)

2. Memisahkan aliran dari berbagai *grade* yang ada.
3. Mengisolasi suatu bagian dari sistem jaringan *flowline* guna melakukan perawatan atau perbaikan.
4. Memisahkan setiap sistem tanki penampung dengan *mainlines* (jaringan utama).
5. Membagi *mainlines* menjadi beberapa segmen (bagian).
6. Mengarahkan / membelokkan aliran fluida produksi dari setiap sumur ke *test-line* atau ke *mainheader*.
7. Mencegah terjadinya tekanan dari separator ke sumur.

### 3. *Header*

Merupakan pipa berukuran lebih besar dari *flowline* yang berfungsi untuk menyatukan fluida produksi dari sumber-sumber produksi (setelah melalui *manifold*) dan mengalirkannya ke fasilitas pemisah. Terdapat dua macam *header* yaitu : *test-header* dan *main-header* dan arah *header* dapat vertikal, horisontal dapat pula menyudut (*deviated-header*).

## 2.2.2 Fasilitas Peralatan Pemisah

### 1. *Separator*

*Separator* adalah tabung bertekanan yang digunakan untuk memisahkan fluida sumur menjadi air dan gas (tiga fasa) atau cairan dan gas (dua fasa), dimana pemisahannya dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

1. Prinsip penurunan tekanan.
2. *Gravity setlink*
3. Turbulensi aliran atau perubahan arah aliran
4. Pemecahan atau tumbukan fluida

Untuk mendapatkan efisiensi dan kerja yang stabil dengan kondisi yang bervariasi, *gas liquid separator* harus mempunyai komponen pemisah sebagai berikut :

1. Bagian pemisah pertama, berfungsi untuk memisahkan cairan dari aliran fluida yang masuk dengan cepat berupa tetes minyak dengan ukuran besar.
2. Bagian pengumpul cairan, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan kecil dengan prinsip *gravity settling*.
3. Bagian pemisah kedua, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan kecil dengan prinsip *gravity settling*.
4. *Mist extractor*, berfungsi untuk memisahkan tetes cairan berukuran sangat kecil (kabut).
5. Peralatan kontrol, berfungsi untuk mengontrol kerja *separator* terutama pada kondisi *over pressure*.

Didalam *block station*, disamping terdapat *separator* pemisah gabungan terdapat juga *separator* uji yang berfungsi untuk melakukan pengujian (test) produksi suatu sumur dan dari *separator* uji ini laju produksi sumur (  $Q_o$ ,  $Q_w$ , dan  $Q_g$  ) bisa didapat dimana  $Q_o$  dan  $Q_w$  diperoleh dari barel meter sedangkan  $Q_g$  diperoleh dari pencatatan orifice flow meter ( *orifice plate* ) atau dari alat pencatat aliran gas lainnya. Disamping itu ditinjau dari tekanan kerjanya pun *separator* dapat dibagi tiga, yaitu *separator* tekanan tinggi, tekanan sedang, tekanan rendah.

## 2. *Oil Skimmer*

Merupakan peralatan pemisah yang direncanakan untuk menyaring tetes-tetes minyak dalam air yang akan dibuang sebagai hasil proses pemisahan sebelumnya untuk mencegah turbulensi aliran, air yang mengandung tetes minyak dimasukkan melalui pembagi aliran yang berisi batu bara / batu arang tipis-tipis, sedangkan proses pemisahan berdasarkan sistem *gravity settling*.

Kapasitas *oil skimmer* tergantung pada beberapa faktor terutama pada densitas minyak air yang dapat ditentukan berdasarkan hukum *intermediate* yang berhubungan dengan kecepatan *settling* dari partikel.

### 3. *Gas Dehydrator*

*Gas dehydrator* adalah alat yang digunakan untuk memisahkan partikel air yang terkandung di dalam gas. Peralatan ini merupakan bagian akhir dari pemisahan gas hidrokarbon terutama pada lapangan gas alam.

Ada dua cara pemisahan air dari gas, yaitu dengan

#### 1. *Solid desiccant*, misalnya calcium chloride

Komponen peralatan ini merupakan kombinasi dari *separator* tiga tingkat, yaitu *gas - liquid absorbtion tower* dan *solid bad desiccant unit*. Pemisahan partikel air dari gas dilakukan dengan cara mengkontakkan aliran gas dengan calcium chloride di dalam *chemical bad section*.

#### 2. *Liquid desiccant*, misalnya glycol.

*Liquid desiccant* yang sering digunakan adalah *triethylene glycol*. Penyerapan partikel air terjadi karena adanya kontak antara glycol dengan gas yang mengandung air pada *tray* didalam *absorber* (kontaktor) proses regenerasi glycol yang mengandung air dilakukan dengan cara pemanasan sehingga air terbebaskan dari glycol.

### 2.2.3 **Penampung Hasil Pemisahan**

Setelah fluida reservoir dipisahkan, minyak hasil pemisahan diharapkan hanya mengandung air/solid sangat kecil ( $< 0,2\%$ ) dialirkan ke penampung sementara didalam kompleks *block-station*, kemudian melalui sistem pipa, minyak dan gas dialirkan ke pusat penampungan/penimbun (PPM), untuk kemudian pada waktu tertentu dikirim ke refinery, gas plant atau terminal melalui *sale-line*

#### 1. Tangki Minyak

Tangki-tangki di stasiun pengumpul adalah tangki-tangki atmosferis yang di pergunakan untuk menimbun sementara produksi cairan yang diterima di stasiun pengumpul tersebut. Seperti halnya *separator*, maka tangki-tangki juga dapat di bagi menjadi beberapa jenis menurut ruang lingkup pembagian yaitu:

## 1. Tangki uji

Tangki uji adalah tangki yang digunakan untuk melakukan uji produksi suatu sumur . Tangki uji umumnya berukuran kecil, misalnya berkapasitas 10m<sup>3</sup>, 20m<sup>3</sup>, 30m<sup>3</sup>, 40m<sup>3</sup>. Tangki-tangki yang berkapasitas kecil dapat di taruh di atas menara maupun di atas tanah, sedangkan tangki-tangki yang berkapasitas 40m<sup>3</sup> di letakkan di atas tanah.

## 2. Tangki campur

Tangki campur mempunyai ukuran lebih besar dari ukuran tangki uji. Tangki-tangki tersebut didirikan di atas menara.

Pengukuran tinggi cairan di dalam tangki dilakukan ketika melakukan tes produksi suatu sumur, untuk mengetahui jumlah produksi minyak dan uang yang dihasilkan dari suatu lapangan. Metode pengukuran tinggi cairan di dalam tangki ada dua macam, yaitu:

### 1. Metode *Innage*

Pengukuran ini dilakukan mulai dari *datum plate* (dasar tangki) sampai dengan permukaan cairan. Cara ini dapat langsung mengetahui ketinggian minyak bumi dan air bebas.

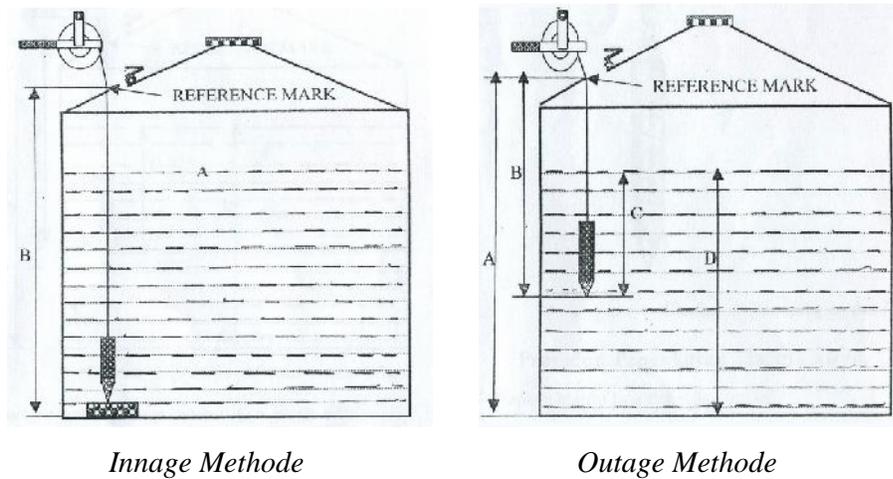
Tinggi permukaan cairan dibaca pada pita ukur yang sebelumnya di olesi dengan pasta minyak, sedangkan untuk mengetahui ketinggian air dari tangki dapat dilakukan dengan mengolesi pita ukur dengan pasta air. Peralatan yang digunakan yaitu:

- a. Roll meter (pita ukur dengan bandul berujung lancip)
- b. Pasta minyak dan pasta air

### 2. Metode *Outage*

Pengukuran ini dilakukan mulai dari permukaan cairan sampai ke *refferance point* sehingga di dapat ukuran kosong dari tangki. Untuk mengetahui ketinggian kolom/ level cairan ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi tinggi lubang pengukuran terhadap ukuran kosong dari tangki. Peralatan yang digunakan yaitu :

- a. Roll meter (pita ukur dengan bandul berujung datar)
- b. Pasta minyak dan pasta



Gambar 2.9 Metode *Innage* dan *Outage* (Ryan D, 2017)

Persoalan yang umum dihadapi oleh semua perusahaan berkaitan dengan risiko operasional adalah bagaimana risiko operasional diidentifikasi, diukur, dipantau dan dikendalikan. Dengan banyaknya infrastruktur dan peralatan yang harus dijaga kehandalannya tantangan bagi perusahaan dengan keterbatasan dana yang ada untuk menentukan langkah mitigasi apa yang harus diambil dalam rangka menjaga kehandalan sistem penyaluran minyak bumi.

### 2.3. Simulasi Analisis Kuantitatif Manajemen Risiko

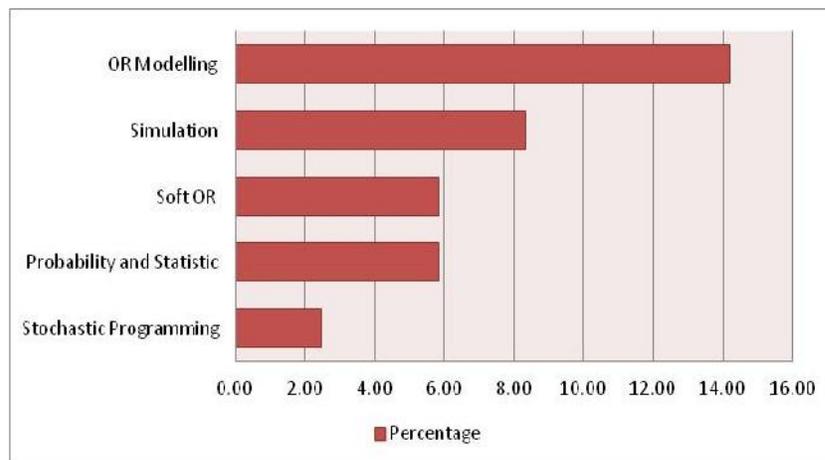
Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi/menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasar hasil dari simulasi. Dengan cara ini, sistem di dunia nyata tidak disentuh /dirubah sampai keuntungan dan kerugian dari apa yang menjadi kebijakan utama suatu keputusan di uji cobakan dalam sistem model.

Kakiy (2003,p1) mengemukakan definisi simulasi sebagai suatu system yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya.

Tidak semua permasalahan sistem yang dapat diselesaikan dengan bantuan simulasi harus diselesaikan dengan simulasi. Pemilihan alat atau metode yang tepat dan benar untuk setiap permasalahan sangatlah penting. Simulasi memiliki beberapa batasan dalam aplikasinya. Menurut *Harrel et al.* (2000, p12). Simulasi merupakan metode yang sesuai bila beberapa kriteria berikut adalah benar. Kriteria tersebut antara lain adalah :

- Keputusan operasional (logis maupun kuantitatif) dibutuhkan.
- Proses yang akan dianalisa terdefinisi dengan baik dan berulang-ulang.
- Aktifitas dan kejadian menunjukkan sifat keragaman.
- Biaya akibat penerapan keputusan lebih besar dibandingkan biaya pembuatan simulasi.

Dalam hubungannya dengan management risiko, penilaian risiko merupakan salah satu tahapan dalam manajemen risiko rantai pasok yang berupaya untuk mengungkap dan memperkirakan risiko dalam rantai pasok secara sistematis, baik menggunakan pendekatan kualitatif maupun kuantitatif (Tang dan Tomlin, 2009). Beberapa penelitian terdahulu mengisyaratkan perlunya suatu instrumen kuantitatif dalam menilai risiko, seperti model matematis, simulasi (Ghadge, dkk., 2012). Namun, berdasarkan tinjauan literatur yang dilakukan oleh Tang dan Musa (2011), penggunaan simulasi sebagai analisis kuantitatif pada manajemen risiko menduduki peringkat kedua terbanyak setelah *OR Modelling*. Hal ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Metode Penelitian Kuantitatif Pada Manajemen Risiko (Ghadge, dkk.,2012)

Berdasarkan Gambar 2.10, metode kuantitatif yang banyak digunakan dalam literatur manajemen risiko rantai pasok adalah *OR Modelling* (termasuk di dalamnya model matematis) dan simulasi. Ketika permasalahan melibatkan faktor-faktor risiko dan ketidakpastian, terjadi kesulitan dalam membangun suatu model matematis. Kompleksitas dan asumsi-asumsi dalam model matematis justru membatasi pemanfaatan model yang dikembangkan. Terlebih lagi, pada beberapa kasus, hubungan eksplisit antar variabel keputusan sukar untuk dimodelkan. Dalam situasi seperti ini, metode simulasi memberikan pendekatan alternatif untuk menganalisis rantai pasok dengan membangun lingkungan artifisial dimana perilaku dinamis dari risiko dapat dikaji (Singhal, dkk., 2011).

Simulasi merupakan pendekatan sistematis yang berguna untuk mempertimbangkan beberapa skenario yang bertujuan untuk memahami dampak relatif dan interaktif dari perubahan satu atau sejumlah variabel, dalam rangka mencari solusi optimal yang sulit dicapai melalui metode-metode optimasi (Manuj, dkk., 2009; Persson dan Araldi, 2009; Persson, 2011; Ghadge, dkk., 2012). Berbagai strategi mitigasi dan *trade off*-nya dapat diuji coba dalam lingkungan simulasi dengan berbagai parameter seperti tingkatan *information sharing*, *service level*, *net profit*, dan parameter lainnya yang dianggap relevan (Singhal, dkk., 2011).

Hingga saat ini, metode simulasi merupakan metode yang relatif baru dalam menilai dan memodelkan risiko rantai pasok (Ghadge, dkk., 2012). Metode simulasi yang paling banyak digunakan untuk memodelkan risiko rantai pasok adalah simulasi Montecarlo. Penelitian-penelitian yang menggunakan simulasi tersebut antara lain Elkins, dkk. (2004), Deleris dan Erhun (2005), Wu dan Olson (2008), Azadeh dan Alem (2010), Olson dan Wu (2011), Vilko dan Hallikas (2012), dan Berle, dkk. (2013).

#### **2.4. Simulasi Montecarlo**

Simulasi merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk meniru suatu sistem pada keadaan nyata, khususnya ketika analisis lain terlalu rumit secara matematis atau sulit digunakan secara berulang-ulang. Tanpa bantuan simulasi, model *spreadsheet* hanya akan memberikan satu nilai keluaran, biasanya

berupa nilai rata-rata. Analisis risiko *spreadsheet* menggunakan model *spreadsheet* serta simulasi untuk menganalisa secara otomatis efek dari masukan yang bervariasi terhadap keluaran dari sistem yang dimodelkan (Charnes, 2007).

Salah satu jenis simulasi *spreadsheet* adalah simulasi Montecarlo, yang secara acak menghasilkan nilai-nilai untuk variabel-variabel yang tidak pasti secara berulang-ulang untuk mensimulasikan suatu model. Simulasi Montecarlo dinamakan sesuai dengan kota Montecarlo, di Monaco, dimana banyak terdapat kasino yang sarat dengan permainan peluang. Permainan-permainan peluang seperti roda rolet, dadu, dan mesin slot, menunjukkan sifat yang acak (Charnes, 2007). Bilangan acak yang digunakan dalam simulasi Montecarlo ini merupakan sebuah representasi dari situasi yang tidak pasti dalam sebuah sistem nyata.

Lewis (2004) mendiskusikan mengenai pengembangan teknik analisis risiko secara sistematis. Lewis menyampaikan terdapat beberapa variabel yang tidak pasti atau tidak kita ketahui dalam model risiko yang dibuat, yaitu: *rate of penetration (ROP)*, *differential sticking*, karakter formasi, loss sirkulasi, kerusakan peralatan *downhole*, *bore hole instability*, *well control*, *surface equipment failure*, *rig demurrage time*, dan *human error* atau *performance*.

Metode analisis risiko mulai dikembangkan pada tahun 1960-an dan mulai digunakan pada dunia perminyakan pada pertengahan 1970-an (Mc Cray, 1975). Model stokastik masih dominan digunakan hingga tulisan mulai muncul membahas mengenai simulasi Montecarlo dan topic yang berkaitan. Penggunaan data literatur dan analisis statistik historis lapangan sangat berpengaruh dalam penentuan estimasi biaya pemboran pada daerah tertentu. Secara ideal, AFE disusun menggunakan hasil statistic analisis dari *offset* data. Berdasarkan data ini, AFE dihasilkan melalui desain engineering dan perencanaan pada kondisi operasi yang sama.

Simulasi Montecarlo merupakan pendekatan numerik (kuantitatif) untuk menemukan solusi dari suatu persamaan dengan menggunakan *random number* (bilangan acak) yang bisa dihasilkan oleh rumus matematik tertentu. Simulasi Montecarlo merupakan cara terbaik dalam analisis ketidakpastian pada range data yang luas dan mengorelasikan pengaruh antara variable (Lorance, 1999).

Penggunaan bilangan acak dalam simulasi Montecarlo dimaksudkan untuk memperbanyak populasi dari besaran-besaran yang diamati. Simulasi Montecarlo membantu dalam pencarian distribusi variabel yang diamati berdasarkan pengetahuan yang dimiliki atas distribusi variabel yang mempengaruhinya sehingga melalui simulasi ini, dapat diketahui kelakuan termasuk risikonya. Distribusi yang dihasilkan dapat berupa distribusi normal, log normal, segitiga, segi empat dan lain-lain. Bentuk distribusi dipengaruhi oleh jumlah dan sebaran data yang dimiliki.

Prinsip dasar umum yang digunakan dalam penerapan metode Montecarlo disebut sebagai komponen pembentuk metode Montecarlo. Menurut Drakos (1994), komponen pembentuk Montecarlo secara umum adalah:

1. Fungsi Distribusi Peluang (*Probability Distribution Functions*)  
Merupakan suatu fungsi matematis yang merepresentasikan pola fenomena yang diamati dan dideskripsikan dengan suatu fungsi distribusi peluang.
2. Pembangkit Bilangan Acak (*Random Number Generator*)  
Merupakan suatu *source* yang melakukan pembangkitan angka secara acak (*random*) yang terdistribusi seragam pada suatu rentang dengan pola tertentu yang acak. Bilangan acak digunakan untuk menghindari pengaruh subjektivitas dalam penentuan model distribusi variabel, kemudian hasil perhitungan tersebut dinyatakan dalam histogram dan distribusi kumulatif.
3. Aturan Sampling  
Ketentuan dalam sampling data dari hasil penerapan fungsi distribusi peluang dengan suatu asumsi awal yang dibuat sebelumnya sehingga hasil angka acak yang akan disampling sesuai dengan fenomena yang dimodelkan.
4. Penilaian (*Tallying*)  
Hasil harus diakumulasikan secara keseluruhan sebagai gambaran kuantifikasi dari fenomena.
5. Estimasi Kesalahan (*Error Estimation*)  
Merupakan proses estimasi tingkat ketepatan prediksi yang diperoleh.

## 6. Teknik Reduksi Variansi

Merupakan metode pereduksian variansi pada hasil estimasi yang bertujuan untuk mengurangi waktu perhitungan dalam penerapan metode Montecarlo.

## 7. Paralelisasi dan Vektorisasi

Merupakan suatu algoritma yang didesain agar Montecarlo yang diterapkan secara efektif dan efisien di komputer.

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam simulasi Montecarlo yaitu:

1. Observasi terhadap parameter yang akan dimodelkan.
2. Hitung frekwensi nilai tiap parameter.
3. Tentukan distribusi dan masukkan nilai distribusi yang digunakan.
4. Membangkitkan bilangan random dengan program Crystal Ball.
5. Dapatkan nilai parameter sesuai dengan memasang bilangan random yang dihasilkan.

Terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas diantaranya :

1. Distribusi normal, atau "kurva lonceng." Pengguna hanya mendefinisikan nilai rata-rata dan deviasi standard untuk menggambarkan variasi terhadap *mean*. Nilai di tengah dekat *mean* adalah nilai yang paling mungkin terjadi. Berbentuk simetris dan menggambarkan fenomena natural seperti ketinggian orang.
2. Distribusi lognormal, memiliki nilai positif namun bentuknya miring dan tidak simetris seperti distribusi normal. Digunakan untuk menggambarkan nilai yang tidak berada di bawah nol tetapi memiliki kemungkinan nilai positif yang tidak terbatas.
3. Distribusi uniform, semua nilai memiliki peluang yang sama untuk terjadi dan yang didefinisikan hanya nilai *maximum* dan minimum.
4. Distribusi triangular, dibagi menjadi nilai *minimum*, nilai paling mungkin (*most likely*), dan nilai *maximum*. Nilai yang mendekati nilai paling mungkin memiliki kemungkinan terjadi yang besar.

5. Distribusi eksponensial, biasanya digunakan untuk menggambarkan interval waktu antar kejadian.

Beberapa keunggulan yang diperoleh dengan menggunakan simulasi Montecarlo dibandingkan deterministik, diantaranya adalah ([www.palisade.com](http://www.palisade.com)):

1. *Probabilistic result*, hasil penelitian tidak hanya menunjukkan hasil yang mungkin terjadi, tetapi juga kemungkinan hasil tersebut terjadi.
2. *Graphical result*, hasil grafik dari simulasi Montecarlo menggambarkan kemungkinan hasil yang terjadi dan peluang kejadian hasil tersebut. Grafik memudahkan untuk mengkomunikasikan hasil analisis kepada pihak lain.
3. *Sensitivity analysis*, dalam simulasi Montecarlo mudah untuk diketahui manakah *input* yang memiliki pengaruh terbesar pada *bottom line*.
4. *Corellation of input*, dalam simulasi Montecarlo dapat dilihat hubungan antar *input*, dimana suatu *input* dapat mempengaruhi *input* yang lain.

Kelemahan metode Montecarlo adalah banyaknya iterasi yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang konvergen (dimana nilai parameter yang diperoleh tidak mengalami perubahan menjadi lebih baik lagi).

Pada penelitian ini, akan dianalisa setiap jenis distribusi yang selanjutnya akan dipilih distribusi yang paling mendekati dengan sebaran data yang dianalisa untuk mengetahui data waktu rata-rata keterlambatan dan untuk mengetahui waktu minimum dan *maximum* untuk mengetahui risiko mana yang memiliki dampak tertinggi dan terendah dibandingkan dengan yang lainnya. Dalam pengolahan data digunakan *graphical result* dan *sensitivity analysis* dan *decision tree diagram* dalam menampilkan hasil simulasi yang telah dilakukan untuk mengetahui *downtime consequences* dan *opportunity loss consequences* terjadinya risiko serta nilai kontribusi dari masing-masing variabel risiko.

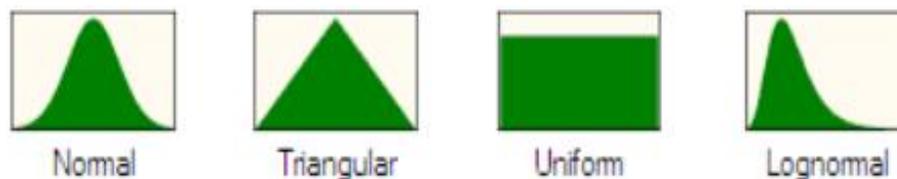
## 2.5 Simulasi Montecarlo dengan *Crystall Ball Software*

*Crystal Ball* adalah program untuk simulasi data yang menyediakan dua pilihan metoda sampling yaitu Montecarlo dan *Latin Hypercube*. Seperti halnya *user friendly program* pada umumnya, *Crystal Ball* pada dasarnya mudah

dioperasikan dan dipahami karena fasilitas online tutorial yang menyertai di samping fasilitas help pada setiap operasi atau menu (Charnes, 2007).

Dengan demikian, pengguna bisa melakukan *learning by doing* dengan mengandalkan fasilitas *online tutorial* dan *help*. Namun demikian, karena program ini adalah program simulasi maka dibutuhkan pemahaman dasar mengenai statistika dan metode-metode yang berkaitan dengan topik utama atau pendukung-pendukungnya. *Central Limit Theorem* sebagai misal adalah dasar yang harus dipahami lebih dahulu. Kemudian, beberapa pilihan tes yang digunakan oleh *Crystal Ball* seperti Kologorov-Smirnov, Anderson-Darling, dan Chi Square juga perlu diketahui. Juga berbagai karakteristik distribusi yang menjadi *knowledge base program* ini hendak diketahui agar memudahkan untuk beradaptasi pada saat penggunaan atau membaca hasil analisis (Charnes, 2007). Dalam simulasi Montecarlo akan dipilih nilai variabel secara acak untuk mensimulasikan model. Seperti permainan peluang, ketika dadu dilemparkan, diketahui bahwa akan pasti muncul angka-angka antara 1, 2, 3, 4, 5, atau 6, tetapi tidak diketahui yang mana yang akan muncul pada tiap lemparan. Ini sama halnya dengan variabel yang memiliki rentang nilai yang telah diketahui tetapi suatu nilai yang tidak pasti untuk setiap waktu atau kejadian tertentu (Charnes, 2007).

Untuk setiap variabel yang tidak pasti (yang memiliki rentang nilai yang diketahui), ditentukan nilai yang mungkin dengan distribusi probabilitas. Jenis distribusi dipilih berdasarkan kondisi yang meliputi variabel tersebut. Jenis-jenis distribusi ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Contoh Jenis-Jenis Distribusi yang Dipilih Dalam Simulasi Montecarlo

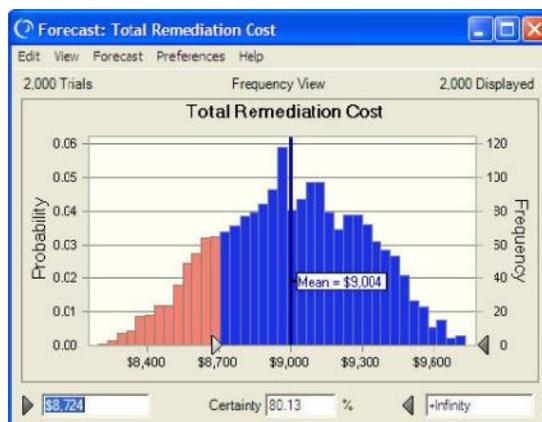
Sumber : *Crystall Ball Software* (2013) - Telah diolah kembali

Untuk membuat fungsi ini ke dalam *spreadsheet* Excel, dibutuhkan pengetahuan akan persamaan yang merepresentasikan distribusi ini. Dengan *Crystal Ball*, persamaan-persamaan ini secara otomatis telah dihitung.

Suatu simulasi menghitung berbagai skenario suatu model dengan secara berulang-ulang menguji nilai-nilai dari distribusi probabilitas terhadap variabel tidak pasti dan menggunakan nilai-nilai tersebut ke dalam sel. Simulasi *Crystal Ball* dapat terdiri dari sebanyak mungkin percobaan (skenario) yang diinginkan – ratusan atau bahkan ribuan – hanya dalam beberapa detik. Selama satu kali percobaan (trial), *Crystal Ball* secara acak memilih sebuah nilai dari kemungkinan yang ditentukan (rentang dan bentuk distribusi) untuk tiap variabel tidak pasti dan menghitung ulang *spreadsheet* (Charnes, 2007).

Untuk tiap model *spreadsheet*, terdapat suatu keluaran yang penting, seperti total nilai, keuntungan bersih, atau pengeluaran kotor, yang hendak disimulasikan dan dianalisis. *Crystal Ball* membantu dalam mendefinisikan sel-sel ini menjadi suatu ramalan (*forecast*). *Forecast* merupakan suatu sel keluaran yang hendak disimulasikan dan dianalisis. *Forecast* dapat ditentukan sebanyak yang diinginkan, dan ketika simulasi Montecarlo dijalankan dengan *Crystal Ball*, *Crystal Ball* menyimpan nilai dari tiap *forecast* dari tiap percobaan (trial).

Selama simulasi akan teramati histogram hasil yang menyatakan grafik frekuensi, yang mengembangkan setiap *forecast*. Selama simulasi berjalan akan teramati bagaimana *forecast* mengalami stabilisasi hingga menjadi distribusi frekuensi yang halus. Dengan ratusan atau ribuan percobaan akan terlihat statistik hasil (seperti nilai *forecast* rata-rata) dan kepastian dari tiap keluaran. Gambar 2.12 merupakan contoh *forecast* dari “Biaya Remediasi Total (*Total Remediation Cost*).”



Gambar 2.12 Histogram Hasil *Forecast* Simulasi Montecarlo *Crystal Ball*  
 Sumber : *Crystall Ball Software* (2013) - Telah diolah kembali

*Certainty* atau Kepastian merupakan persentase kemungkinan suatu nilai *forecast* akan berada pada rentang yang ditentukan. Sebagai contoh, pada gambar 2.12 terlihat kepastian dari pembiayaan proyek remediasi lebih dari \$8724 dengan memasukkan \$8724 pada batas bawah. Dari 2000 percobaan yang dijalankan, 80,13% dari keseluruhan percobaan memiliki biaya lebih besar dari \$8724, sehingga kepastian pembiayaan remediasi lebih dari \$8724 adalah 80,13%. Oleh karena itu, hasil *forecast* tidak hanya menunjukkan hasil yang beragam dari tiap *forecast*, tetapi juga probabilitas dari tiap nilai.

Grafik sensitivitas membantu dalam menganalisis kontribusi dari asumsi-asumsi (variabel tidak pasti) terhadap *forecast*, yang menunjukkan asumsi mana yang memiliki dampak terbesar terhadap *forecast*. Selain itu, terdapat pula grafik overlay yang menampilkan beberapa *forecast* pada sumbu yang sama, meskipun *forecast-forecast* dari model *spreadsheet* yang terpisah. Grafik ini digunakan untuk membandingkan dan menganalisis beberapa jenis proyek yang terdapat pada *spreadsheet* yang berbeda sehingga dapat diperoleh alternative yang terbaik. Grafik *Trend* memungkinkan pengguna untuk mengkaji perkembangan dan perubahan dari beberapa *forecast* sepanjang waktu.

Keuntungan yang diperoleh dengan melakukan analisis risiko menggunakan perangkat lunak *Crystal Ball* antara lain (Charnes, 2007):

- Risiko sangat erat kaitannya dengan pengambilan keputusan sehingga suatu risiko yang tidak diketahui seringkali membawa pada kesalahan finansial. *Crystal Ball* membantu dalam memilih risiko yang paling mungkin. Setiap kali simulasi *Crystal Ball* dioperasikan, pemahaman yang lebih kaya dapat diperoleh mengenai risiko yang tak terpisahkan.
- Simulasi Montecarlo tidak membatasi hanya pada estimasi dan nilai kiraan terbaik. Dengan menggunakan simulasi Montecarlo, ribuan keluaran potensial dapat diciptakan dan dianalisis, serta tidak diperlukan beberapa *spreadsheet* untuk menganalisis skenario yang banyak.
- *Crystal Ball* membantu dalam mengkuantifikasikan risiko dimana hal ini dapat menjadi alat yang penting untuk menghasilkan negosiasi yang sukses.

- Dengan analisis sensitivitas *Crystal Ball*, faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil dapat dengan mudah diketahui. Hal ini menjadi sangat membantu karena energi dapat difokuskan pada permasalahan yang tepat dan analisis dapat terselesaikan lebih cepat dengan usaha yang lebih sedikit.
- *Crystal Ball* membantu dalam mengkomunikasikan hasil analisis menggunakan grafik dan laporan secara profesional.

## 2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan mengenai *assessmen* dan analisis risiko. Berikut merupakan penelitian terdahulu mengenai analisis risiko yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Keterkaitan Dengan Penelitian
1	<i>Risk Assessment In Multimodal Supply Chain</i>			
	Jyri P.P.Vilko, JukkaM.Hallikas (2011)	Menganalisa dampak dari risiko ( <i>delay time</i> ) yang terjadi dengan menggunakan simulasi monte carlo	Mendapatkan risiko yang paling berpengaruh buruk pada perusahaan yang ada dalam <i>study case</i>	* Penelitian ini sama-sama menggunakan simulasi monte carlo. * Perusahaan pada penelitian ini bergerak pada bidang <i>Cargo Transportation</i> .
2	<i>Risk Analysis For Oil &amp; Gas Pipelines: A Sustainability Assessment Approach Using Fuzzy Based Bow-Tie Analisis</i>			
	Anjuman Shahriar, Rehan Sadiq, Solomon Tesfamariam (2012)	Mengetahui risiko dalam <i>oil &amp; gas pipeline</i>	Terdapat beberapa risiko yang kritis untuk <i>oil &amp; gas</i>	* Penelitian ini sama-sama terkait pada risiko kritis Industri <i>oil &amp; gas</i> . * Penelitian ini hanya difokuskan pada satu peralatan operasi saja yaitu Pipeline. * Penelitian ini menggunakan metode <i>Bow-tie analysis</i>
3	<i>Analisis Risiko Downtime dan Opportunity Loss Operasional Industri Eksplorasi Gas Dengan Metode Simulasi Monte Carlo</i>			
	Andy Reza R, Iwan Vanany (2013)	Mengetahui risiko yang berpengaruh terhadap downtime dan opportunity loss operasional PT PHE-WMO	Mendapatkan risiko operasi yang paling berpengaruh pada perusahaan dan rencana mitigasinya.	* Penelitian ini sama-sama menggunakan simulasi monte carlo. * Penelitian ini sama-sama terkait pada risiko kritis Industri <i>oil &amp; gas</i> . * Data yang digunakan pada penelitian ini tidak menggunakan data historis melainkan kuesioner.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

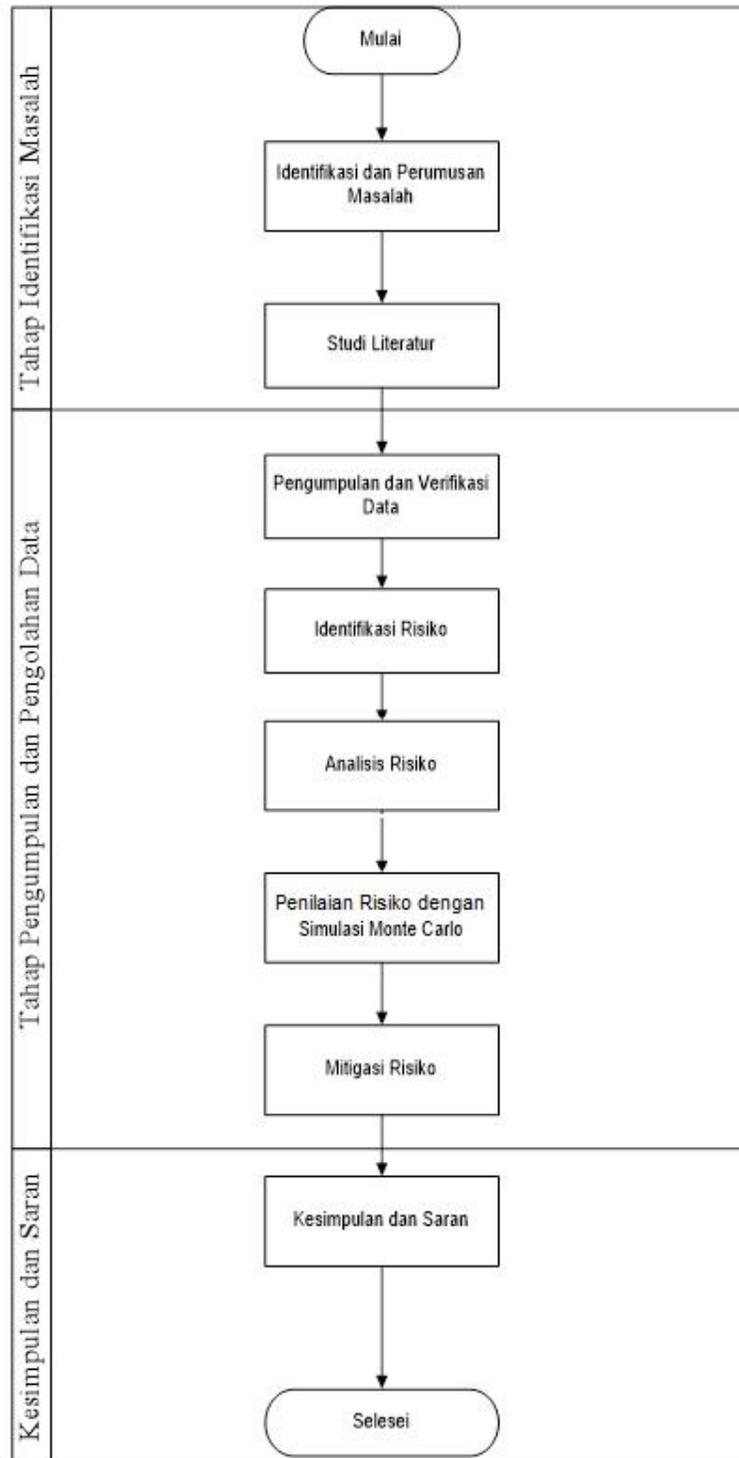
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah – langkah pengerjaan penelitian, dimulai dari tahap studi literatur dan dilanjutkan dengan pengembangan model, pengumpulan data, pengolahan data, analisa hasil pengolahan data dan terakhir kesimpulan dan saran. Berikut akan dijelaskan lebih lengkap mengenai tahap-tahap pengerjaan penelitian.

#### **3.1. Diagram Alir Penelitian**

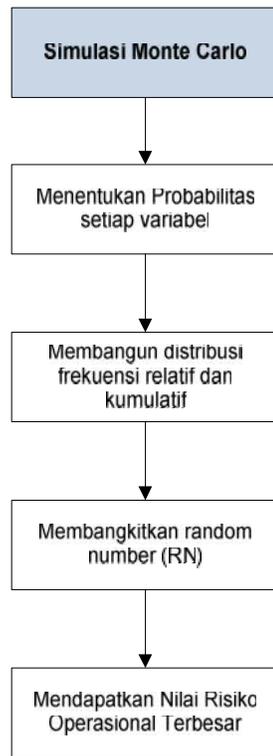
Berdasarkan hasil kajian pustaka pada pembahasan sebelumnya, simulasi Montecarlo dipilih sebagai metode dalam melakukan analisis risiko bisnis penyaluran minyak bumi pada pipa penyalur Tempino-Plaju di PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Penggunaan simulasi Montecarlo digunakan untuk melakukan estimasi kontribusi risiko tertinggi yang mengakibatkan kegagalan penyaluran minyak bumi di pipa Tempino-Plaju yang berpotensi mengurangi *revenue* pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.

Simulasi Montecarlo dalam studi ini menjadi bagian dari manajemen dan *Quantitative Risk Analysis (QRA)* yang digunakan sebagai rekomendasi tindakan mitigasi untuk mengurangi kemungkinan dan dampak risiko pada kegiatan penyaluran minyak bumi, sehingga frekuensi dan dampak risiko yang terjadi dapat diminimalisir. Manajemen risiko komprehensif dalam penelitian ini akan terdiri dari tahap pengumpulan data, pengolahan data dan *risk asesmen* (penilaian resiko), serta kegiatan mitigasi sebagai upaya optimasi pengurangan risiko.

Secara sistematis, langkah-langkah penelitian dalam thesis ini disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1. Adapun langkah penelitian tergambar pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Simulasi Monte Carlo

### 3.2. Tahap Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan permasalahan yang akan diteliti dan penentuan tujuan penelitian. Untuk dapat menghasilkan permasalahan dan tujuan yang komprehensif dan representatif maka dilakukan studi pustaka dan pengamatan history mengenai permasalahan tersebut.

#### 3.2.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam penelitian yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan yang akan dijawab pada penelitian ini. Permasalahan yang akan diteliti dan akan dijadikan bahasan adalah bagaimana risiko berpengaruh terhadap kegiatan operasional penyaluran minyak bumi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dan risiko kritis apa saja yang perlu dilakukan mitigasi dengan menggunakan simulasi Montecarlo.

### 3.2.2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan acuan (dasar) yang dipakai dalam penelitian. Studi literatur dilakukan agar penelitian yang dilakukan memiliki suatu dasar yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Literatur yang digunakan dapat diambil dari buku teks dan jurnal yang dapat dijadikan sebagai referensi dari penelitian.

### 3.3. Pengumpulan dan Verifikasi Data

Peneliti mengumpulkan data-data dari keseluruhan proses penyaluran minyak antara lain :

- Data pencurian minyak bumi di pipa (*Illegal Tapping*)
- Data kegagalan operasional di *Gathering Station*
- Data kebocoran pada pipa penyalur minyak bumi (*Leaking*)
- Data kegagalan alat ukur penyaluran minyak bumi (*Metering System*)
- Data kehandalan peralatan utama di *Booster Station*

Pengumpulan data ini terdiri dari data primer maupun sekunder. Data primer pada penelitian ini meliputi data variable risiko sedangkan data sekunder meliputi nilai *downtime* dan *loss opportunity risk*. Sebelum lanjut pada tahap pengolahan data di verifikasi oleh Supervisor agar hasil simulasi menjadi akurat.

### 3.4. Identifikasi Risiko

Proses identifikasi risiko diawali dengan melakukan pengambilan data risiko yang ada pada data *Hazards and Operability Study (HAZOP)* yang telah ada. Kemudian akan diidentifikasi kegagalan berdasarkan data historis PT. Pertamina Gas Central Sumatera Area Operation. Identifikasi risiko merupakan tahapan awal dalam penilaian risiko yang selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi risiko. Proses identifikasi digunakan untuk mengetahui probabilitas terjadinya risiko berdasarkan frekuensi tiap risiko dan juga nilai dampak dari terjadinya setiap variabel risiko. Salah satu hasil identifikasi yaitu risiko seperti kerusakan pada peralatan utama. Hasil identifikasi risiko nantinya

akan dilakukan pengolahan data untuk mengetahui risiko yang merupakan risiko kritis.

### **3.5. Simulasi Montecarlo**

Simulasi Montecarlo dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *crystal ball* dalam membangkitkan angka random dari setiap variabel risiko. Angka random yang didapatkan akan dikalikan dengan angka probabilitas tiap risiko untuk mendapatkan nilai risiko dan dilakukan akumulasi nilai risiko dengan tujuan menghasilkan simulasi terhadap variabel-variabel risiko yang ada. simulasi dilakukan dengan melakukan iterasi sebanyak 1000 kali dengan tujuan agar dapat diperoleh hasil simulasi yang akurat. Hasil akhir dari simulasi Montecarlo ini adalah didapatkannya risiko kritis kegiatan operasional yang mengacu pada hasil simulasi yang dilakukan.

### **3.6. Mitigasi Risiko**

Pemilihan program mitigasi merupakan proses lanjutan setelah dilakukannya analisis terhadap data yang didapat dan telah dilakukan simulasi. Pemilihan program mitigasi dibuat untuk meminimalisir kemungkinan dan dampak terjadinya risiko berdasarkan risiko kritis yang ditemukan pada operasional PT Pertamina Gas dengan *downtime consequences* dan *opportunity loss consequences* yang digunakan sebagai pengukuran. Mitigasi yang akan disiapkan akan tergantung dari risiko kritis yang akan ditemukan melalui pengolahan data dan simulasi melalui metode Montecarlo.

### **3.7. Kesimpulan dan Saran**

Bagian ini merupakan tahapan terakhir dalam penelitian. Kesimpulan akan didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisis. Kesimpulan yang didapatkan diharapkan dapat menjawab tujuan dari penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain kesimpulan, juga akan diberikan saran terkait dengan perusahaan maupun pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada Bab 4 akan dijelaskan mengenai tahapan pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian. Data yang digunakan didapatkan dari data keseluruhan proses monitoring pengawasan penyaluran minyak bumi pada sistem pipa penyalur milik PT Pertamina Gas yang pengelolaannya dilakukan oleh Unit Area PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dan pekerjaan CM (Corrective Maintenance) serta data dari analisa *Hazard and Operability Study (HAZOP)* perusahaan.

#### **4.1. Gambaran Umum PT Pertamina Gas**

PT Pertamina Gas adalah perusahaan yang bergerak di antara sektor hulu dan hilir (*middle stream*) industri gas Indonesia. Perusahaan ini menangani usaha niaga gas, transportasi migas dan pemrosesan gas serta bisnis lainnya. Pendirian perusahaan merupakan pelaksanaan dari Undang-Undang No.22 Tahun 2001 Tentang Minyak dan Gas. Undang-Undang tersebut mengharuskan pemisahan kegiatan usaha migas di bidang hulu dan hilir. Selanjutnya induk perusahaan PT Pertamina Gas mengubah pola kegiatan usaha gas melalui Divisi Utilisasi Gas, kedalam satu kegiatan yang dilakukan entitas bisnis yang terpisah.

Kompetensi induk usaha PT Pertamina Gas dalam mengelola usaha gas selama 30 tahun terakhir diharapkan mampu menjadi bekal untuk fokus dan profesional dalam mengelola dan mengembangkan sumber daya dan jaringan bisnis gas dalam negeri.

Pada saat ini PT Pertamina Gas memiliki tiga jenis usaha di bidang gas yaitu: Niaga Gas dengan surat izin usaha No. 17269.K/10/DJM/2008 tanggal 6 Oktober 2008; Transportasi Gas dengan surat izin usaha No. 0023.K/10/MEM/2009 tanggal 14 Januari 2009; dan Pemrosesan Gas. Selain itu masih ditambah bisnis lainnya yang terkait dengan gas alam dan produk turunannya.

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2009 tentang Kegiatan Usaha Gas Bumi Melalui Pipa, Badan Usaha Niaga dengan Badan Usaha

Transportasi harus terpisah. PT Pertamina Gas pun menjalankan bisnisnya sesuai dengan peraturan tersebut. PT Pertamina Gas memiliki beberapa keunggulan. Dalam hal niaga, PT Pertamina Gas telah memiliki modal cadangan gas sebesar 10,4 *trillion cubic feet (TCF)* dan mengelola infrastruktur transmisi gas di Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Aceh dan Kalimantan Timur.

Dalam melakukan kegiatan bisnis, PT Pertamina Gas menjalin kerja sama dengan pihak-pihak lain. Di bidang pemrosesan gas, PT Pertamina Gas telah menjalin kerja sama dengan *Samtan Corporation* dengan membentuk perusahaan patungan bernama PT Pertasamtan Gas, untuk mengembangkan proyek *Natural Gas Liquid (NGL)*. PT Pertamina Gas juga melakukan kerja sama dengan PT Medco Gas Indonesia untuk bersama-sama menjadi pembeli yang telah terikat dalam Perjanjian Jual Beli Gas (PJBG) dengan PT Pertamina Hulu Energi Simenggaris dan PT Medco E&P Simenggaris selaku penjual.

PT Pertamina Gas mengembangkan kompetensi usaha bisnis gas secara selektif dan bertahap pada subsegmen usaha-usaha:

- **Niaga Gas**

Meningkatkan penjualan dan pasokan gas yang berasal dari PEP, PHE maupun KKKS lainnya.

- **Transportasi Gas**

Melalui penguasaan dan pembangunan jaringan infrastruktur transmisi gas di daerah-daerah potensial.

- **Distribusi Gas**

Melakukan kerja sama dengan pemain-pemain lain yang memiliki jaringan dan infrastruktur distribusi.

- **Pemrosesan Gas**

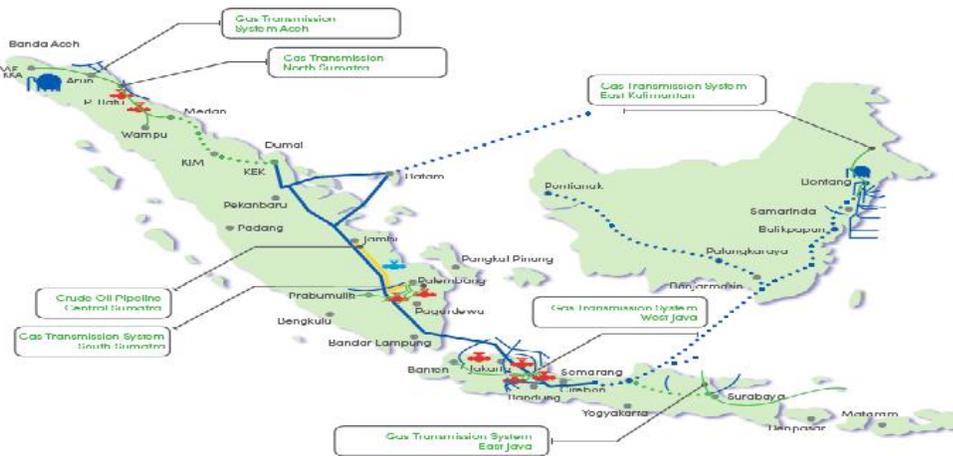
Melalui pembangunan infrastruktur pengolahan gas sebagai upaya meningkatkan nilai tambah.

- **Pembangkit Listrik Tenaga Gas**

Terkait pembangunan infrastruktur pengolahan gas, akan dibangun juga *IPP (Independent Power Producers)*, bekerjasama dengan pihak lain, termasuk Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD).

#### 4.1.1. Wilayah Kerja Perusahaan

Perusahaan membagi wilayah kerjanya ke dalam enam wilayah operasional, dengan enam daerah operasi menangani jaringan pipa gas, dan satu daerah operasi menangani jaringan pipa minyak. Sejak bulan Januari 2012, perniagaan gas bumi ditangani oleh Pertamina Gas Niaga, entitas anak perusahaan. Perubahan ini dilakukan untuk mematuhi Peraturan Kementrian Energi Sumber Daya Mineral No. 19/2009. Pertamina Gas Melakukan kegiatan usaha pemrosesan gas bumi melalui dua LPG Plant yakni LPG Plant Pondok Tengah dan LPG plant Sumatra Selatan yang dikelola oleh anak perusahaan PT Pertamina Gas yakni PT Pertasamtan Gas.



Gambar 4.1 Wilayah Kerja PT Pertamina Gas

Sumber : Slide Paparan Rapat Koordinasi Operasional Penyaluran Minyak ke 66 Tahun 2018

Tabel 4.1 Tabel Area Operasi PT Pertamina Gas

No	Area Operasi	Tanggung Jawab
1	Area Sumatera Bagian Utara (Northern Sumatra Area)	Mengelola 7 ruas pipa di Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatra Utara
2	Area Sumatera Bagian Tengah (Central Sumatra Area)	Mengelola ruas pipa transportasi minyak Tempino-Plaju, Sum Teng-Sum Sel
3	Area Sumatera Bagian Selatan (Southern Sumatra Area)	Mengelola 15 ruas pipa di Sumatra Selatan
4	Area Jawa Bagian Barat (Western Java Area)	Mengelola 13 ruas pupa di Jawa Barat
5	Area Jawa Bagian Timur (Eastern Java Area)	Mengelola 4 ruas pipa di Jawa Timur
6	Area Kalimantan (Kalimantan Area)	Mengelola 4 ruas pipa di Kalimantan Timur

Sumber : Laporan Tahunan PT Pertamina Gas 2017

#### 4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Menjadi perusahaan gas nasional berkelas dunia di tahun 2015, dan tampil sebagai perusahaan bisnis gas internasional di tahun 2020. Dengan misi sebagai perusahaan yang bergerak di bidang transportasi *hidrokarbon*, niaga, pemrosesan dan distribusi gas, yang dikelola secara profesional dengan tujuan memberikan nilai tambah kepada para *stakeholder*, berwawasan lingkungan, mempunyai keunggulan dan mengutamakan keselamatan.

Dalam menjalankan bisnis perusahaan nilai yang dipegang teguh oleh seluruh pekerja PT Pertamina Gas adalah			
<b>“C H O P P E R”</b>			
<b>Customer Satisfaction</b> <i>Kepuasan pelanggan/pengguna jasa</i>		<b>Profit</b> <i>Mencari laba/keuntungan</i>	
<b>HSE Concern</b> <i>Kepedulian terhadap aspek HSE</i>		<b>Personnel Improvement</b> <i>Peningkatan kualitas SDM</i>	
<b>Operation Excellent</b> <i>Operasi yang sangat baik dan sesuai standarisasi yang berlaku</i>			
<b>Untuk dapat Mencapai</b>			
<b>To be Professional</b> <i>Mengerti dan memahami tugas-tugasnya</i>		<b>Team Work</b> <i>Kerjasama tim</i>	
<b>Doing the Best</b> <i>Melakukan yang terbaik</i>		<b>Integrity</b> <i>Menjaga Integritas</i>	
Nilai Perusahaan	<b>6C</b> Clean, Competitive, Confident, Customer, Commercial, Capable	+	<b>EGG</b> Empathy, Governance Growth, Focused

#### 4.1.3. Gambaran Umum PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

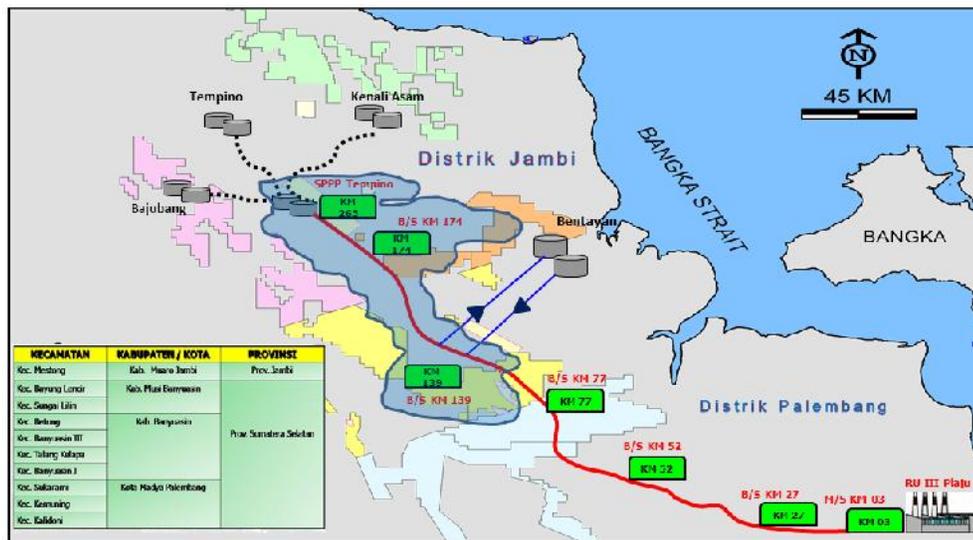
PT Pertamina Gas Central Sumatera Area merupakan salah satu area kerja dari PT Pertamina Gas. Jalur pipa minyak bumi yang dikelola oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dimulai dari Stasiun *Booster Pump* Tempino di

Provinsi Jambi melewati beberapa kabupaten di Provinsi Sumatera Selatan hingga masuk ke *Metering Station* di KM 3 Plaju di Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan. Panjang pipa minyak bumi yang terbentang dari Tempino-Plaju tersebut adalah  $\pm$  265 KM. Pipa ini mempunyai diameter 8 inci dan dirancang menurut standar ANSI B31.8.

Minyak mentah yang dialirkan sebesar  $\pm$  9000 BOPD dari para Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) yang berada di wilayah kerja Jambi dan Sumatera Selatan untuk diproses menjadi bahan bakar minyak (BBM) di Refinery Unit III Pertamina (Persero) di Plaju. Dalam penyaluran minyak tersebut PT Pertamina Gas Central Sumatera Area juga mempunyai 6 lokasi booster/metering station, 7 lokasi manifold, dan 5 lokasi perlintasan sungai (river crossing). Proses Operasi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.

#### WORKING AREAS

Tempino – Plaju Crude Oil Pipeline



Gambar 4.2 Proses Operasi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

Sumber : (Overview PT Pertamina Gas, 2017)

Fasilitas *Pig Launcher* di Stasiun Tempino di distrik Jambi adalah fasilitas utama jalur pipa minyak bumi Tempino-Plaju. *Pig launcher* ini dirancang untuk meluncurkan *pig* untuk pemeliharaan pipa penyalur. Minyak bumi kemudian dialirkan ke Bentayan yang volume penyalurannya akan diukur terlebih dahulu

menggunakan meter ukur minyak bumi agar diketahui dengan pasti berapa barel minyak bumi yang disalurkan sebelum diinjeksi ke dalam sumur eksplorasi di Bentayan agar mengurangi kekentalan minyak bumi sehingga bisa dipompakan dari sumur eksplorasi. Namun sebelum minyak bumi dari stasiun Tempino masuk ke Bentayan, tekanan penyaluran akan dinaikkan di stasiun *booster* Bayung Lencir di KM 174 dikarenakan tekanan penyaluran turun akibat dari jarak yang cukup jauh dari Tempino menuju Bentayan. Kemudian minyak bumi yang dihasilkan dari sumur eksplorasi Bentayan yang telah bercampur dengan minyak bumi dari stasiun Tempino disalurkan kembali ke pipa penyalur milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dan dilakukan pengukuran volume kembali untuk mengetahui berapa barel produksi Bentayan dengan melihat selisih dari meter ukur masuk Bentayan dan meter ukur keluar Bentayan. Minyak bumi kemudian disalurkan menuju *metering station* di Plaju yang sebelumnya juga telah mengalami beberapa kali peningkatan tekanan penyaluran di beberapa stasiun booster yang ada di sepanjang jalur Bentayan – Plaju.

Stasiun Pengendali Operasi (SPO) berada di Kantor Area PT Pertamina Gas Central Sumatera yaitu di Kota Palembang untuk membantu operator *Booster Station* untuk menjalankan operasi penyaluran minyak bumi. Stasiun Pengendali Operasi (SPO) ini menarik data operasional di lapangan secara *realtime* dan melakukan pengaturan terhadap penyaluran dengan melakukan komunikasi dengan distrik Jambi dan Distrik Palembang. Adapun beberapa fasilitas utama dalam proses operasi penyaluran minyak bumi oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area antara lain :

### **1. *Gathering Station***

Stasiun pengumpul atau lebih dikenal dengan *gathering station* pada dunia perminyakan ini berfungsi sebagai tempat pengumpul fluida hasil produksi (minyak, air, gas) yang dihasilkan dari sumur-sumur minyak pada sebuah lapangan, kemudian fluida tersebut dipisahkan menurut kebutuhannya.

Jenis peralatan yang digunakan pada *gathering station* umumnya banyak ditentukan oleh keadaan lingkungan dari lapangan yang bersangkutan dan fluida yang diproduksi. Fluida yang keluar dari sumur dialirkan melalui *flow line* ke

*gathering station*. Pengaliran fluida dari sumur ke *gathering station* dapat dibedakan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan sistem *individual flow line* atau menggunakan *production line*.

Pada sistem *individual flow line*, masing-masing *flow line* dari sumur dihubungkan dengan *header* yang terdapat di *gathering station*. Sedangkan pada sistem *production line*, *flow line* dari setiap sumur hanya dihubungkan dengan masing-masing *header* yang terdapat pada *production line* yang ada di jalan utama menuju *gathering station*. Sesampainya di *gathering station*, fluida yang dialirkan lewat *header* atau *production line* masuk ke *separator*, namun ada juga fluida masuk ke *flow splitter* atau masuk ke *Gas Boot*.

## **2. *Booster Station***

*Booster station* adalah lokasi pompa utama penyalur minyak bumi yang digerakkan oleh motor listrik. Fungsi dari *booster station* adalah untuk menaikkan tekanan minyak bumi yang disalurkan dari *gathering station* ke *booster station* di KM 174 Bayung lencir. Di *booster station* KM 174 ini tekanan akan dinaikkan kembali sampai di *booster station* selanjutnya. Seperti penjelasan sebelumnya, PT Pertamina Gas Central Sumatera Area memiliki 6 *booster station* yang berfungsi untuk memompa minyak bumi agar sampai ke KM 03 Plaju. Dengan panjang pipa  $\pm 265$  km maka diperlukan 6 *station booster* untuk menyalurkan minyak bumi.

## **3. *Pigging System***

Dalam konteks pipeline, *pigging* merupakan istilah yang digunakan ketika seseorang menggunakan *PIG (pipeline inspection gauges)* untuk melakukan berbagai proses perawatan pada pipa. Tujuan utama dari *pipeline pigging* itu sendiri adalah untuk *cleaning* dan *inspection*.

Untuk tahap *commissioning*, *pigging* diperlukan untuk:

1. Membuktikan bahwa pipa penyalur tersebut memiliki lingkaran diameter sesuai dengan spesifikasi design dan tujuan pembangunan pipeline tersebut.
2. Membersihkan pipa penyalur dari material-material yang tidak diinginkan yang merupakan sisa fase konstruksi.

Untuk tahap operasi, *pigging* diperlukan untuk:

1. Mereduksi/menghilangkan endapan/akumulasi yang mungkin mempengaruhi proses produksi (*press drop, roughness, liquid slug*, dan lain sebagainya)
2. Mengecek korosi pada pipa
3. Sebagai salah satu metoda inspeksi untuk mengetahui kualitas pipa tersebut.

Proses *pigging* sendiri dilakukan dengan cara memasukkan *pig ke dalam pig launcher* lalu memberikan tekanan biasanya menggunakan fluida yang akan dialirkan, *pig* yang ditekan akan bergerak dari *launcher* (posisi awal pipa) hingga mencapai daerah *receiver* (ujung pipa). Kecepatan tekanan harus diatur hingga sedemikian rupa agar tidak terjadi kerusakan pada *pig*. Setelah *pig* didorong dari *launcher* ke *receiver*, maka dikeluarkan kembali dari *pig receiver* setelah dipastikan tekanan di dalam *pig receiver* sudah nol. *Pig* terdiri dari beberapa jenis dan memiliki fungsi yang berbeda-beda yaitu pembersihan hingga inspeksi pipa.

#### **4. Manifold Station**

*Manifold* sudah sering digunakan dalam dunia industri, yang sebagai sekumpulan valve dideretkan untuk mengatur aliran masuk fluida ke *header* dan *separator* tertentu. Desain *manifold* ditentukan oleh tipe *valve*, tekanan kerja, sumur yang dihubungkan, dan banyaknya *header*. Sedangkan menurut fungsinya teridiri dari *arrival manifold* (sebagai pengumpul fluida produksi dari berbagai sumur yang selanjutnya dikirim ke unit pemisahan untuk suatu *treatment* dan pengukuran), *Test Manifold* (untuk melakukan test produksi suatu sumur tanpa mengganggu produksi sumur lainnya yang arah aliran fluida dari sumur di arahkan ke *test separator*), *Production Manifold* (sebagai bagian operasi normal dari proses produksi dimana arah aliran fluida dari sumur diarahkan ke *production separator*).

Untuk *subsea manifold* adalah interface antara *pipeline* atau *riser*, jumper dan sumur. *Manifold* mempunyai fungsi mengumpulkan hasil produksi dari masing-masing sumur untuk didistribusikan ke tempat selanjutnya dan juga mendistribusikan *chemical*, suplay elektrik, kontrol fluida dan hidrolik. *Subsea Manifold* pada umumnya mempunyai fasilitas untuk *pigging* (*pigging loop* yang memungkinkan *pipeline* dan *riser* untuk di *pig* tanpa fasilitas *subsea pig*

*receiver* ataupun *launcher*. Fasilitas test, *water injection* dan *gas lift* juga secara umum melewati *manifold* yang sama. Terkadang *manifold* juga dilengkapi dengan *multiphase flowmeter* yang bisa dipakai untuk *welltest* setiap sumur dan juga untuk total produksi.

Jenis *manifold* berdasarkan lokasi ini ada dua jenis yaitu *template* dan *cluster*. Pada *template manifold* letaknya jadi satu dengan sumur, sedangkan lokasi *cluster manifold* ada diluar lokasi sumur. Sedangkan secara struktur ada dua jenis *manifold* yaitu : *integral manifold* yang satu struktur yang menyatu dan *retrievable manifold* yang terdiri dari beberapa modul yang bisa diambil lagi ke atas air secara terpisah. Dari *manifold* ini, pengiriman ke stasiun penerima bisa langsung ke *riser* atau lewat *pipeline*.

## **5. Metering Station**

*Metering station* adalah lokasi tempat peralatan meter pengukur volume minyak yang mengalir melalui pipa penyalur. Paket Meter adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa alat instrument yang berfungsi mengukur dan mengkalibrasi serta integrasinya menggunakan komputer (*flowcomp*) pada proses custody transfer. Paket meter terdiri dari turbin pengukur (*turbin flowmeter*) sebagai transmisi sinyal aliran, alat ukur tekanan, alat ukur suhu, motor *valve* teroperasi (*motor operated valve*), dan *prover*. *Prover* yaitu suatu pipa berbentuk U dengan diameter tertentu yang memiliki 2 detektor/sensor yang akan mendeteksi bola didalam pipa. Cara kerjanya adalah minyak yang mengalir dalam *prover* akan menggerakkan bola dan akan menekan kedua detektor. Jumlah dari luas lingkaran pipa dengan panjang pipa menjadi volume minyak yang dialirkan persatuan waktu. Aliran dari minyak dapat bolak-balik karena terdapat *valve* 4 pintu dimana jika dua pipa akan bergantian membuka dan menutup.

*Custody Transfer* adalah proses pemindahan produk untuk perdagangan atau transaksional dan mensyaratkan akurasi yang tinggi. Kesalahan pengukuran ketinggian produk minyak bumi di dalam tangki timbun (*Tank Gauging*) untuk *Custody Transfer* adalah sebesar maksimal 0.01%. Sedangkan untuk pengukuran temperatur, ketelitian ditetapkan sampai pada 0.25 °C. Salah satu syarat *Custody Transfer* adalah digunakannya alat ukur yang sesuai standar.

#### 4.2. Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data diawali dengan pelaksanaan *ECR (Equipment Criticality Ranking)*. *ECR* perlu dilakukan dengan sistematis sehingga secara efektif bisa dipisahkan antara *equipment system* yang sangat kritis, kritis dan non-kritis. Jika *ECR* tidak akurat dan menghasilkan jumlah *equipment system* kritis yang terlalu sedikit, ada kemungkinan terdapat *equipment system* kritis yang terlewat. Jika terjadi demikian, resiko kegagalan *equipment system* kritis tersebut tidak terkelola dengan baik.

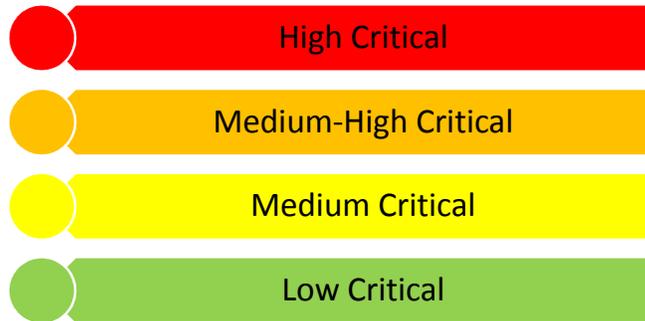
Dalam penelitian kali ini proses penentuan *ECR* dilakukan melalui asumsi-asumsi, pengalaman, dan pengetahuan Tim *Operation* dan *Maintenance*. Untuk tujuan ini *ECR* didefinisikan sebagai *equipment system* yang jika gagal akan menurunkan kemampuan untuk memenuhi persyaratan standard keselamatan. Pada saat penentuan *ECR* ini perlu diatur mengenai peran dan tanggung jawab bagian. Hal ini karena proses *ECR* sangat erat pelaksanaannya dengan kerjasama tim. Tabel dibawah ini menggambarkan *RACI (Responsible, Accountabel, Consulted, Informed) Matrix* dari pelaksanaan *ECR* pada penelitian kali ini.

Tabel 4. 2 Tabel *RACI Matrix*

<b>Keterangan Pekerjaan</b>	<b>Fasilitator</b>	<b>Bagian Pemeliharaan</b>	<b>Bagian Operasi</b>
Pengumpulan Data Peralatan	C	A/R	C
Validasi Data Peralatan	C	A/R	A/R
Defini Penggolongan Tingkat Kritis Peralatan	C	A/R	A/C
Melakukan Penilaian Tingkat Kritis Peralatan	C	A/R	A/R
Pengumpulan Data dan Laporan	R	A/C	C

Dari data *MySAP* dan survey lapangan didapatkan bahwa terdapat total 1510 peralatan yang ada di PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Dari hasil diskusi didapatkan bahwa *ECR* akan didefinisikan menjadi 4 bagian yaitu:

Tabel 4.3 Penggolongan *Equipment Criticality Ranking*



Dari hasil diskusi untuk sistem yang memiliki risiko rendah, semua peralatan di sistem tersebut langsung diberi *ECR-D*. Khusus untuk *Pump* di sistem tersebut di beri *ECR-C*. Daftar dari sistem tersebut adalah :

- *Fire Water System*
- *Foam and Firewater Distribution*
- *Oil Water System*
- *Portabel Water System*
- *Radio Communication*
- *Toilets & Sewage*
- *Building System*
- *Portabel Maintenance & Testing*

Untuk *system* yang tingkat kekritisannya rendah, peralatan-peralatan yang berada didalam *system* ini akan langsung tidak dilakukan analisa untuk menentukan *equipment system* yang kritis dalam penelitan kali ini. Analisa risiko dilakukan pada peralatan yang berada pada posisi “*High Critical (A)*” dan “*Medium High Critical (B)*”.

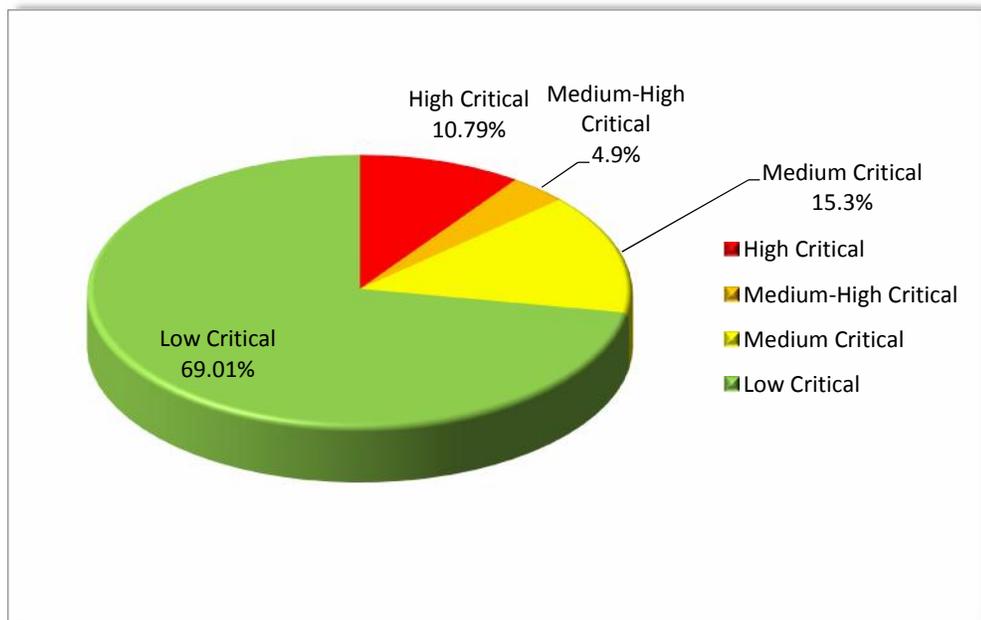
#### **4.2.1. Variabel Risiko Dan Hasil Umum *Screening Equipment Criticality Ranking***

Hasil dari proses *assign ECR* pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dapat disimpulkan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel 4. 4 Tabel Hasil Umum *Screening Equipment Criticality Ranking*

ECR	Count	Persentase
<b>High Critical</b>	163	10.79%
<b>Medium-High Critical</b>	74	4.9%
<b>Medium Critical</b>	231	15.3%
<b>Low Critical</b>	1042	69.01%
<b>Total</b>	1510	100.00%

Hasil dari *ECR* ini dapat dirangkum dalam bentuk chart berikut. *Chart* berikut menampilkan distribusi *ECR-A*, *ECR-B*, *ECR-C*, dan *ECR-D*.



Gambar 4.3 *Pie Chart Distribution Equipment Criticality Ranking*

Seperti yang telah dijelaskan di atas analisa risiko akan dilakukan pada equipment “*High Critical (A)*” dan “*Medium High Critical (B)*”. Pemilihan ini dikarenakan apabila terjadi kegagalan dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan hilangnya *revenue*, rusaknya citra perusahaan, dan dampak besar lainnya. Berikut merupakan Tabel *ECR* untuk *Equipment High Critical & Medium-High Critical* yang telah disusun dan dilakukan identifikasi risikonya.

Tabel 4.5 *Equipment High Critical & Medium-High Critical*

No	Peralatan	Risiko	Dampak
1	<i>Pipeline</i>	<i>Illegal Tapping</i>	1. Pencemaran lingkungan 2. Penurunan <i>Revenue</i> 3. Tuntutan hukum masyarakat 4. Korban jiwa 5. Komplain konsumen 6. Integrasi pipa menurun
2	1. <i>Pipeline</i> 2. <i>Piping system</i> 3. <i>Valve &amp; Control Valve</i> 4. <i>Cathodic Protection</i>	<i>Leaking</i>	1. Pencemaran lingkungan 2. Ketidak akuratan alat ukur 3. Tuntutan hukum masyarakat 4. Penurunan <i>Revenue</i> 5. Integrasi pipa menurun 6. Penyaluran tidak optimal
3	1. <i>Electric Motor Pump</i> 2. <i>Compressor</i> 3. <i>Shipping Pump</i> 4. <i>Driver Engine</i> 5. <i>Control System Remote</i>	<i>Main Equipment Damage</i>	1. <i>Unschedule Breakdown</i> 2. <i>Vibration</i> 3. <i>Fail To Start</i> 4. <i>Noise</i> 5. <i>Operational Failure</i>
4	1. <i>Separator</i> 2. <i>Gas Boot</i> 3. <i>Wash Tank</i> 4. <i>Scrubber</i> 5. <i>Shipping Tank</i>	<i>Failure in Gathering Station</i>	1. <i>Explosion</i> 2. <i>Limited Capacity</i> 3. <i>Low reliability</i> 4. <i>Well performance reducing</i>
5	1. <i>PD Meter</i> 2. <i>Meter prover</i> 3. <i>Transmitter</i> 4. <i>Control valve</i>	<i>Failure in Metering System</i>	1. <i>Abnormal Instrument Reading</i> 2. <i>Fail to Operate</i> 3. <i>Spurious Alram Signal</i> 4. <i>Undetected P/T Reading</i>

Berdasarkan dari hasil pengelompokan yang telah dilakukan dan ditampilkan pada Tabel 4.5, terdapat 5 variabel risiko bisnis yang ada pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area yaitu :

1. *Illegal Tapping*

Istilah *illegal tapping* cukup populer di Indonesia. Dalam tulisan ini, makna sederhana dari *illegal tapping* adalah suatu perbuatan membocorkan pipa penyaluran minyak dengan maksud mengambil sebagian dari minyak yang sedang dialiri melalui pipa tersebut. Luar biasa risiko yang mungkin timbul dari akibat *illegal tapping*. Bukan itu saja, sifat dasar minyak bumi yang sangat rentan terbakar. Minyak bumi dalam jumlah kecil saja begitu mudah menyala, apalagi jika dalam jumlah besar dan tersulutnya minyak

bumi tersebut di musim kemarau. Bertambah masalahnya jika kebakaran itu jauh dari pemukiman yang minim peralatan pemadam kebakaran. Jika ini yang terjadi pastilah luar biasa bencana yang ditimbulkan.

Bencana kebakaran pipa aliran minyak akibat *illegal tapping* terbesar di Indonesia mungkin terjadi di Sumatera Selatan. Beberapa waktu lalu terjadi bencana kebakaran hebat akibat *illegal tapping* yang memakan korban cukup besar yang terjadi di jalur pipa distribusi Pertamina Tempino-Plaju. Setidaknya enam orang tewas dan 15 orang lainnya mengalami luka bakar serius. Korban akibat *illegal tapping* tersebut ikut terbakar bersama bocoran minyak yang meledak di jalan lintas timur Palembang-Jambi, Km 203, Srimaju Bayung Lencir Musi Banyuasin. Sebagian dari para korban diduga pelaku penjarahan minyak bumi yang tumpah dari aktivitas *illegal tapping* pipa milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Selain itu dari korban manusia, juga terjadi kerugian materil. Negara dirugikan setidaknya sekitar Rp 4 miliar akibat satu hari kebakaran tersebut. Kerugian itu dihitung dari minyak yang dicuri dan terbakar. Angka itu belum memasukkan perhitungan kerugian akibat pipa yang rusak dan kerugian rusaknya lingkungan di lokasi tumpahan minyak. Juga akibat penghentian penyaluran minyak pada hari tersebut. Pihak PT Pertamina Gas Central Sumatera Area terpaksa menghentikan penyaluran minyak karena harus melakukan perbaikan pipa. Jalur Tempino-Plaju mencapai  $\pm$  265 kilo meter memang rawan pencurian.

## 2. *Leaking*

Jaringan pipa adalah cara yang paling ekonomis dan paling aman untuk transportasi minyak, gas dan produk cairan lainnya. Sebagai sarana transportasi jarak jauh, pipa harus memenuhi tuntutan tinggi dari keamanan, keandalan dan efisiensi. Jika dikelola dengan benar, pipa dapat bertahan selamanya tanpa kebocoran. Pada dunia industri jaringan perpipaan sering digunakan sebagai sarana untuk memindahkan fluida. Apabila jaringan perpipaan tersebut mengalami kebocoran maka akan menimbulkan dampak yang besar bagi kegiatan produksi dan lingkungan. Kebanyakan kebocoran

signifikan yang terjadi disebabkan oleh kerusakan dari peralatan penggalian di dekatnya, oleh karena itu sangat penting untuk memanggil pihak berwenang sebelum penggalian untuk memastikan bahwa tidak ada jaringan pipa terkubur di sekitarnya. Salah satu penyebab kebocoran jaringan perpipaan adalah proses korosi. Pada jaringan pipa minyak bumi bawah tanah 8 inci milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area terjadi kebocoran yang disebabkan adanya retak pada dinding samping pipa. Jika pipa tidak dipelihara dengan baik, dapat mulai menimbulkan korosi perlahan, terutama pada sendi konstruksi, titik rendah di mana kelembaban berkumpul, atau lokasi dengan ketidaksempurnaan dalam pipa. Namun, kecacatan ini dapat diidentifikasi dengan pemeriksaan dan memperbaiki alat sebelum terjadi kebocoran. Penyebab lain dari kebocoran adalah kecelakaan, gerakan bumi, atau sabotase.

### 3. *Main Equipment Damage*

Untuk menjaga dan menjamin keandalan operasi pipa penyalur minyak bumi perlu dilakukan kegiatan pemeriksaan dan pemeliharaan berdasarkan kaidah teknis yang berlaku umum dengan mempertimbangkan aspek keekonomiannya. PT Pertamina Gas Central Sumatera Area sebagai pihak yang mengoperasikan pipa penyalur minyak bumi bertanggung jawab untuk menjamin kelayakan dan keandalan instalasinya agar bisa berfungsi secara berkelanjutan, aman dan efisien dengan melakukan kegiatan pemeliharaan. Keandalan peralatan kritikal sangat diperlukan dalam pengoperasian *plant*, khususnya di dalam produksi minyak dan gas, dimana beroperasi peralatan pada daerah yang secara nyata beresiko tinggi dikarenakan dampak dan kemungkinan kegagalan akan berpengaruh terhadap berlangsungnya proses produksi, K3, dan finansial.

### 4. *Failure in Gathering Station*

Stasiun pengumpul atau lebih dikenal dengan *gathering station* pada dunia perminyakan ini berfungsi sebagai tempat pengumpul fluida hasil produksi (minyak, air, gas) yang dihasilkan dari sumur-sumur minyak pada

sebuah lapangan, kemudian fluida tersebut dipisahkan menurut kebutuhannya.

Jenis peralatan yang digunakan pada *gathering station* umumnya banyak ditentukan oleh keadaan lingkungan dari lapangan yang bersangkutan dan fluida yang diproduksi. Fluida yang keluar dari sumur dialirkan melalui *flow line* ke *gathering station*. Pengaliran fluida dari sumur ke *gathering station* dapat dibedakan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan sistem *individual flow line* atau menggunakan *production line*.

Pada sistem *individual flow line*, masing-masing *flow line* dari sumur dihubungkan dengan *header* yang terdapat di *gathering station*. Sedangkan pada sistem *production line*, *flow line* dari setiap sumur hanya dihubungkan dengan masing-masing *header* yang terdapat pada *production line* yang ada di jalan utama menuju *gathering station*. Sesampainya di *gathering station*, fluida yang dialirkan lewat *header* atau *production line* masuk ke *separator*, di Duri field fluida masuk ke *flow splitter* sedangkan di petapahan fluidanya masuk ke *Gas Boot*. Peralatan- peralatan di *gathering stasion* ini sudah berumur tua sehingga frekuensi terjadinya kegagalan relatif sering terjadi sehingga mengganggu proses penyaluran minyak bumi ke pipa penyalur milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.

##### 5. *Failure in Metering System*

*Metering sistem* merupakan seperangkat alat ukur yang digunakan untuk mengukur aliran fluida yang mengalir melalui pipa. *Metering sistem* adalah alat ukur *custody transfer* (transaksi) minyak bumi. Dalam industry migas, setiap hari terjadi banyak transaksi jual beli minyak (*custody transfer*), dari sektor hulu hingga hilir. Transaksi tersebut bernilai sangat besar, sehingga membutuhkan akurasi yang sangat tinggi pada proses perhitungan setiap transaksi. Perhitungan dan transaksi tersebut pada umumnya dilakukan dengan menggunakan sistem *metering* karena memiliki akurasi dan kehandalan sistem paling tinggi dibanding metode lainnya. Sistem *metering* merupakan metode pengukuran volume minyak yang menggunakan *flow meter* untuk mengukur besaran proses utamanya yaitu aliran. Namun

diperhitungkan juga tekanan dan suhu dari proses saat transaksi dilakukan yang dijadikan faktor koreksi bagi besarnya volume yang terukur.

Pada setiap transaksi performa dari sistem *metering* harus dipastikan dalam kondisi baik dan mampu melakukan pengukuran volume dengan benar. Untuk mengetahui performa sistem *metering*, harus dilakukan *proving* pada setiap transaksi jual beli minyak bumi. *Proving* merupakan suatu metode untuk memvalidasi hasil pengukuran dari *flow meter*, dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap volume *prover* oleh *flow meter* tersebut dan hasil pengukuran volume *prover* yang dilakukan di *factory* dan telah diverifikasi sesuai standar yang berlaku. Dari proses *proving*, akan didapatkan nilai *meter factor* dari setiap *proving run* yang dilakukan. Nilai *meter factor* merupakan nilai yang diperoleh dari kecepatan aliran (*flowrate*), tekanan, dan suhu proses saat *proving* dilakukan. Performa sistem *metering* yang baik harus memenuhi standar yang berlaku dan telah disepakati bersama dalam transaksi, yaitu memiliki nilai keterulangan (*repeatability*) dari *meter factor* maksimal 0.02 – 0.05%.

#### **4.2.2. Rekap Data**

Semua data kehandalan didapatkan dari kegagalan aktual peralatan yang ada di lapangan. Data kegagalan peralatan didapatkan dari tahun 2015 sampai dengan 2017. Dari informasi dan data yang didapatkan, hanya peralatan yang masuk kedalam kategori *High Critical Equipment* dan *Medium-High Critical Equipment* yang dicatat keagalannya :

- *Illegal Tapping*
- *Leaking*
- *Main Equipment Damage*
- *Failure in Gathering Station*
- *Failure in Metering System*

Sebelum dilakukan analisa terlebih dahulu data yang telah dikumpulkan diperiksa oleh setiap bagian untuk dilakukan klarifikasi dan validasi data yang

telah diberikan. Dari sekian banyak variable data yang ada, penelitian kali ini akan berfokus pada data *TTR (Time To Repair)*. *TTR* merupakan waktu yang dibutuhkan *equipment* dilakukan perbaikan.

Penting bagi perusahaan untuk selalu dapat menjaga kehandalan *TTR* ini hal ini dikarenakan *TTR* sangat berperan dalam menjaga *revenue* perusahaan. Dalam penelitian kali ini juga akan dilakukan konversi *TTR* kedalam *revenue* yang terbangun dengan perhitungan sebagai berikut:

Dari data *revenue* Tahun 2016 selanjutnya dikonversi menjadi *revenue* rata-rata dalam 1 Bulan, untuk selanjutnya dikonversi menjadi 1 Hari, dan dikonversi menjadi 1 Jam. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Perhitungan *Opportunity Loss* PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

<b>Rata-rata Pendapatan dalam 1 Bulan</b>	<b>1.913.403,803</b>	<b>USD</b>
Pendapatan dalam 1 Hari	63.780,13	USD
Pendapatan dalam 1 Jam	2.657,51	USD
Asumsi Kurs (RKAP 2017)	14.000	Rp/USD
<b>Konversi Pendapatan 1 Jam ke dalam Rupiah</b>	<b>37.205.073,95</b>	Rp

Pada rekap data dilakukan penentuan kemungkinan dan dampak terjadinya setiap variabel risiko yang telah diidentifikasi. Penentuan *likelihood* dilakukan berdasarkan jumlah frekuensi terjadinya kerusakan dalam penelitian ini dinyatakan dengan variable *nFail*. Penentuan *consequences* dinyatakan dalam bentuk *TTR* atau *downtime* yaitu lama terjadinya kerusakan hingga peralatan dapat berfungsi kembali. Data total *TTR* untuk 1 bulan akan dirata-ratakan dengan dibagi frekuensi terjadinya kegagalan penyaluran. Karena PT Pertamina Gas Central Sumatera Area merupakan perusahaan migas yang beroperasi terus menerus selama 24 jam dan dampak *downtime* ditetapkan dalam satuan jam.

### 1. Rekap Data Kegagalan Penyaluran akibat *Illegal Tapping*

Data didapat dari Tahun 2015 hingga tahun 2017. Secara keseluruhan data kegagalan penyaluran akibat *illegal tapping* memiliki waktu *TTR* yang relatif lama. Hal ini dikarenakan lokasi *illegal tapping* yang jauh dari lokasi tim penanggulangan kegagalan pada pipa penyalur dan waktu terjadinya *illegal tapping* yang sering terjadi di malam hari. Adapun data kegagalannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Data Kegagalan Pipa Penyalur akibat *Ilegal tapping*

Year	Month	UDT (Hour)	nFail	TTR (Hour) (Pembulatan)	KETERANGAN
2015	January	42	6	7	
	February	30	4	8	
	March	-	-	-	
	April	62	3	21	
	May	79	8	10	
	June	49	4	12	
	July	55	6	9	
	August	30	4	8	
	September	-	-	-	
	October	22	1	22	
	November	-	-	-	
	December	26	1	26	
2016	January	12	3	4	
	February	25	3	9	
	March	7	1	7	
	April	5	1	5	
	May	9	1	9	
	June	15	3	5	
	July	26	4	7	
	August	8	1	8	
	September	-	-	-	
	October	-	-	-	
	November	14	3	5	
	December	46	9	5	
2017	January	22	3	8	
	February	-	-	-	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	-	-	-	
	June	14	2	7	
	July	-	-	-	
	August	-	-	-	
	September	-	-	-	
	October	-	-	-	
	November	-	-	-	
	Desember	-	-	-	

## 2. Rekap Data Kegagalan Penyaluran akibat *Leaking*

Data kegagalan akibat *leaking* relatif sering terjadi dikarenakan banyak peralatan pada sistem perpipaan tergolong peralatan yang sudah tua. Kemudian juga disebabkan oleh ketidaksesuaian spesifikasi peralatan terhadap pola operasi yang sedang berjalan. Distribusi kegagalan akibat *leaking* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8 Data Kegagalan Pipa Penyalur akibat *Leaking*

Year	Month	UDT (Hour)	nFail	TTR (Hour) (Pembulatan)	KETERANGAN
2015	January	73	7	11	
	February	370	5	74	
	March	48	5	10	
	April	432	9	48	
	May	225	7	32	
	June	17	3	6	
	July	28	3	10	
	August	169	1	169	
	September	7	3	3	
	October	13	2	7	
	November	9	2	5	
	December	52	7	7	
2016	January	-	-	-	
	February	43	5	9	
	March	4	1	4	
	April	38	2	19	
	May	7	3	3	
	June	12	4	3	
	July	15	4	4	
	August	10	2	5	
	September	-	-	-	
	October	35	3	12	
	November	33	6	6	
	December	-	-	-	
2017	January	25	5	5	
	February	23	5	5	
	March	19	3	6	
	April	9	3	3	
	May	10	3	3	
	June	17	3	6	
	July	3	1	3	
	August	15	4	4	
	September	16	4	4	
	October	28	8	4	
	November	38	9	4	
	Desember	24	4	6	

### 3. Rekap Data Kegagalan Penyaluran akibat *Main Equipment Damage*

Distribusi kegagalan penyaluran akibat *main equipment damage* lebih bervariasi dan bersifat random. Mulai ditahun 2015 gejala kegagalan dengan waktu yang lama mulai terlihat, ketidak pastian ini berlanjut hingga ditahun 2017. Adapun distribusi kegagalannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.9 Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi akibat *Main Equipment Damage*

Year	Month	UDT (Hour)	nFail	TTR (Hour) (Pembulatan)	KETERANGAN
2015	January	21	3	7	
	February	6	1	6	
	March	4	1	4	
	April	-	-	-	
	May	12	3	4	
	June	-	-	-	
	July	6	1	6	
	August	10	2	5	
	September	14	3	5	
	October	5	1	5	
	November	4	1	4	
	December	13	1	13	
2016	January	25	5	5	
	February	15	2	8	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	3	2	2	
	June	6	1	6	
	July	-	-	-	
	August	8	2	4	
	September	-	-	-	
	October	3	1	3	
	November	18	3	6	
	December	-	-	-	
2017	January	-	-	-	
	February	-	-	-	
	March	-	-	-	
	April	10	2	5	
	May	-	-	-	
	June	4	1	4	
	July	7	1	7	
	August	-	-	-	
	September	5	2	3	
	October	-	-	-	
	November	-	-	-	
	Desember	14	3	5	

#### 4. Rekap Data Kegagalan Penyaluran Akibat *Failure in Gathering Station*

Distribusi kegagalan penyaluran akibat *failure in gathering station* terdistribusi relatif lebih kecil yang berdampak terhadap penyaluran minyak bumi oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Distribusi kegagalan penyaluran akibat *failure in Gathering Station* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi akibat *Failure in Gathering Station*

Year	Month	UDT (Hour)	nFail	TTR (Hour) (Pembulatan)	KETERANGAN
2015	January	-	-	-	
	February	-	-	-	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	2	1	2	
	June	-	-	-	
	July	2	1	2	
	August	-	-	-	
	September	10	3	4	
	October	4	1	4	
	November	2	1	2	
	December	-	-	-	
2016	January	-	-	-	
	February	1	1	1	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	-	-	-	
	June	2	1	2	
	July	2	1	2	
	August	4	2	2	
	September	-	-	-	
	October	2	1	2	
	November	-	-	-	
	December	-	-	-	
2017	January	-	-	-	
	February	-	-	-	
	March	1	1	1	
	April	-	-	-	
	May	-	-	-	
	June	3	1	3	
	July	-	-	-	
	August	-	-	-	
	September	4	2	2	
	October	-	-	-	
	November	-	-	-	
	Desember	3	1	3	

### 5. Rekap Data Kegagalan Penyaluran akibat *Failure in Metering System*

Berikut di bawah ini adalah data kegagalan penyaluran akibat *failure in metering system*. Meter untuk mengukur volume minyak bumi yang disalurkan adalah peralatan yang sangat penting karena terkait dengan pendapatan perusahaan sehingga apabila terjadi kegagalan maka perlu segera dilakukan perbaikan agar tidak terlalu lama mengganggu penyaluran minyak bumi.

Tabel 4.11 Data Kegagalan Penyaluran Minyak Bumi akibat *Failure in Metering System*

Year	Month	UDT (Hour)	nFail	TTR (Hour) (Pembulatan)	KETERANGAN
2015	January	-	-	-	
	February	-	-	-	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	5	1	5	
	June	-	-	-	
	July	3	1	3	
	August	-	-	-	
	September	-	-	-	
	October	-	-	-	
	November	4	1	4	
	December	-	-	-	
2016	January	-	-	-	
	February	6	1	6	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	-	-	-	
	June	5	1	5	
	July	2	1	2	
	August	-	-	-	
	September	-	-	-	
	October	5	1	5	
	November	-	-	-	
	December	-	-	-	
2017	January	-	-	-	
	February	6	1	6	
	March	-	-	-	
	April	-	-	-	
	May	8	2	4	
	June	-	-	-	
	July	-	-	-	
	August	3	1	3	
	September	5	1	5	
	October	-	-	-	
	November	4	1	4	
	Desember	-	-	-	

### 4.2.3. Rekap Data Identifikasi *Likelihood* dan *Consequences*

Pada rekap data identifikasi *likelihood* dan *consequences* dilakukan penentuan kemungkinan dan dampak terjadinya setiap variabel risiko bisnis yang telah diidentifikasi dan dicari datanya. Penentuan *likelihood* dilakukan berdasarkan jumlah *nFail* terjadinya kerusakan. Penentuan *consequences* dilakukan berdasarkan data *TTR (Time To Repair)*. *Consequences* ditetapkan dalam satuan jam. Satuan jam tersebut nantinya akan dikonversi kedalam satuan *revenue* yang hilang yang ditunjukkan dalam bentuk mata uang *USD*. Adapun rekap data identifikasi *likelihood* dan *consequences* selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.12 Rekap Data Identifikasi *Likelihood* dan *Consequences*

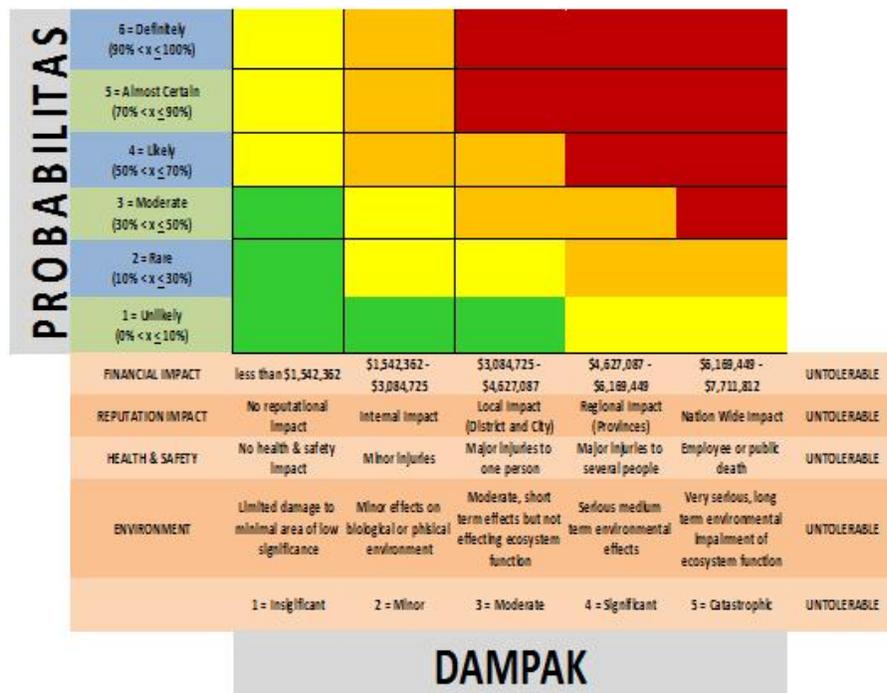
No.	Risiko	Kumulatif Probabilitas	TTR (Hour)	Periode Kejadian
1	<i>Illegal Tapping</i>	86	7	Jan-15
			8	Feb-15
			21	Apr-15
			10	May-15
			12	Jun-15
			9	Jul-15
			8	Agt-15
			22	Oct-15
			26	Dec-15
			4	Jan-16
			9	Feb-16
			7	Mar-16
			5	Apr-16
			9	May-16
			5	Jun-16
			7	Jul-16
			8	Agt-16
5	Nov-16			
5	Dec-16			
8	Jan-17			
7	Jun-17			
2	<i>Leaking</i>	164	11	Jan-15
			74	Feb-15
			10	Mar-15
			48	Apr-15
			32	May-15
			6	Jun-15
			10	Jul-15
			169	Agt-15
			3	Sep-15
			7	Oct-15

			5	Nov-15
			7	Dec-15
			9	Feb-16
			4	Mar-16
			19	Apr-16
			3	May-16
			3	Jun-16
			4	Jul-16
			5	Agt-16
			12	Oct-16
			6	Nov-16
			5	Jan-17
			5	Feb-17
			6	Mar-17
			3	Apr-17
			3	May-17
			6	Jun-17
			3	Jul-17
			4	Agt-17
			4	Sep-17
			4	Oct-17
			4	Nov-17
			6	Dec-17
			7	Jan-15
			6	Feb-15
			4	Mar-15
			4	May-15
			6	Jul-15
			5	Agt-15
			5	Sep-15
			5	Oct-15
			4	Nov-15
			13	Dec-15
			5	Jan-16
			8	Feb-16
			2	May-16
			6	Jun-16
			4	Agt-16
			3	Oct-16
			6	Nov-16
			5	Apr-17
			4	Jun-17
			7	Jul-17
			3	Sep-17
			5	Dec-17
			2	May-15
			2	Jul-15
			4	Sep-15
			4	Oct-15
			2	Nov-15
			1	Feb-16
			2	Jun-16
			2	Jul-16
3	<i>Main Equipment Damage</i>	42		
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	17		

			2	Agt-16
			2	Oct-16
			1	Mar-17
			3	Jun-17
			2	Sep-17
			3	Dec-17
5	Failure in Metering System	13	5	May-15
			3	Jul-15
			4	Nov-15
			6	Feb-16
			5	Jun-16
			2	Jul-16
			5	Oct-16
			6	Feb-17
			4	May-17
			3	Agt-17
			5	Sep-17
			4	Nov-17
			<b>Total</b>	

#### 4.2.4. Matriks Risiko

PT Pertamina Gas telah menetapkan format matriks resiko 6x5 sebagai risk matriks korporat yang juga dirujuk dalam melakukan penelitian kali ini. Gambar berikut memperlihatkan Risk Matrix dari PT Pertamina Gas.



Gambar 4.4 Risk Matrix PT Pertamina Gas  
Sumber : Tata Kerja Organisasi Management Risiko PT Pertamina Gas

Terdapat enam tingkat kemungkinan kejadian (probabilitas): *Unlikely, Rare, Moderate, Likely, Almost Certain, Definitely*. Juga terdapat empat tingkat dampak: *Insignificant, Minor, Moderate, Significant, Catastropic*. Hasil persilangan kedua sumbu juga dibagi menjadi empat kategori: *Low* (hijau), *Medium* (kuning), *Medium-High* (orange) dan *High* (merah).

#### **4.3. Proses Pengolahan Data**

Tahap pengolahan data merupakan proses perhitungan nilai risiko dari setiap variabel risiko yang telah diidentifikasi pada tahap pengumpulan data. Adapun proses pengolahan data yang pertama merupakan pengolahan data untuk Probabilitas. Pada tahapan ini akan dilakukan identifikasi probabilitas risiko yang ada.

Tahap selanjutnya merupakan proses pengolahan data dari dampak risiko. Pengolahan data dampak risiko dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak dari *TTR* tiap variabel risiko. Dalam melakukan pengolahan data digunakan *software Crystal Ball* pada *Microsoft Excel* untuk menjalankan simulasi Montecarlo. Tahap awal sebelum melakukan pengolahan data dampak risiko yaitu mengetahui distribusi dari setiap data yang telah didapat. Untuk mengetahui distribusi data yang cocok dilakukan proses *fitting distribution* dengan menggunakan *software ARENA*. Data random yang didapatkan digunakan sebagai *input* untuk menghitung nilai risiko untuk setiap variabel risiko dengan melakukan perkalian antara bilangan random dengan probabilitas.

##### **4.3.1. Pengolahan Data Probabilitas**

Pengolahan data probabilitas dilakukan dengan melakukan konversi persentase kejadian pada data yang telah didapat. Persentase kejadian kemudian dikonversi kedalam tabel probabilitas yang telah disediakan oleh perusahaan. Adapun tabel probabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.13 Pengolahan Data Probabilitas

Index	Deskripsi	Persentase (%)	
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak mungkin terjadi	$0 < X \leq 10\%$
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$10 < X \leq 30\%$
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$30 < X \leq 50\%$
4	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi	$50 < X \leq 70\%$
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir pasti terjadi	$70 < X \leq 90\%$
6	<i>Definitely</i>	Pasti terjadi	$90 < X \leq 100\%$

Sumber : Tata Kerja Organisasi Management Risiko PT Pertamina Gas

Terdapat enam tingkat kemungkinan kejadian (probabilitas): *Unlikely, Rare, Moderate, Likely, Almost Certain, Definitely*. Matrik probabilitas ini merupakan format matrik yang digunakan oleh perusahaan. Adapun hasil pengolahan data probabilitas dapat ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.14 Rekap Pengolahan Data Probabilitas

No.	Risiko	Kumulatif Probabilitas	% Probabilitas	Index	Deskripsi
1	<i>Illegal tapping</i>	86	26.71%	<b>2</b>	<i>Rare</i>
2	<i>Leaking</i>	164	50.93%	<b>4</b>	<i>Likely</i>
3	<i>Main Equipment Damage</i>	42	13.04%	<b>2</b>	<i>Rare</i>
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	17	5.28%	<b>1</b>	<i>Unlikely</i>
5	<i>Failure in Metering System</i>	13	4.04%	<b>1</b>	<i>Unlikely</i>
<b>Total</b>		<b>322</b>	<b>100%</b>		

Dari tabel diatas dapat dilihat mayoritas probabilitas risiko pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area banyak pada index 1 (*Unlikely*) dan 2 (*Rare*). Terdapat 1 probabilitas risiko index 4 (*likely*) pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Hasil persilangan sumbu *Probability* dan *Event* akan menampilkan risiko bisnis PT Pertamina Gas Central Sumatera Area secara keseluruhan.

### 4.3.2. Pengolahan Data Dampak Risiko

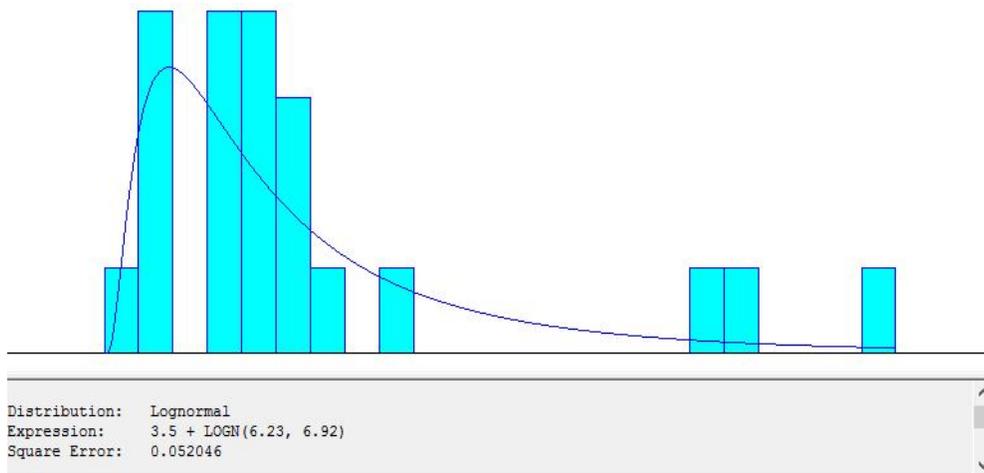
Pengolahan data dampak risiko dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak dari *TTR* tiap variabel risiko. Dalam melakukan pengolahan data digunakan *software Crystal Ball* pada *Microsoft Excel* untuk menjalankan simulasi Montecarlo. Tahap awal sebelum melakukan pengolahan data dampak risiko bisnis yaitu mengetahui distribusi dari setiap data yang telah didapat. Untuk mengetahui distribusi data yang cocok dilakukan proses *fitting distribution* dengan menggunakan *software ARENA*.

#### 1. *Fitting Distribution*

Dikarenakan data yang didapat sangat beragam dan random. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan penentuan distribusi data-data agar dapat menjadi *input variable* ketika melakukan simulasi. Proses *fitting distribution* dilakukan dengan cara membanding *square error* pada distribusi-distribusi yang ada. Adapun distribusi yang dibandingkan adalah :

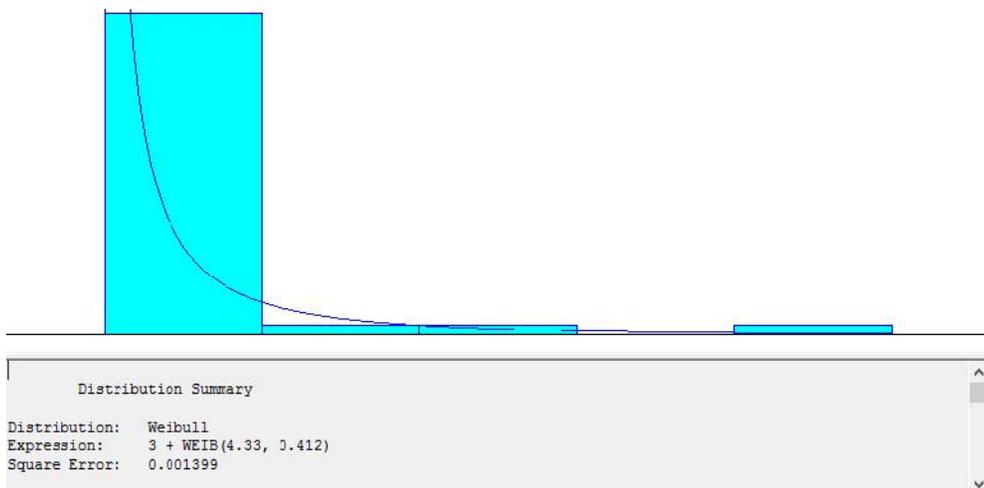
- Distribusi *Normal*                      NORMAl(Mean,SD[,Stream])
- Distribusi *Lognormal*                LOGNormal(LogMean,LogStd[,Stream])
- Distribusi *Triangular*                TRIAngular(Min,Mode,Max[,Stream])
- Distribusi *Exponential*              EXPOntial(Mean[,Stream])
- Distribusi *Weibul*                      WEIBull(Beta,Alpha[,Stream])
- Distribusi *Beta*                         BETA(Alpha1,Alpha2[,Stream])
- Distribusi *Gamma*                     GAMMA(Beta,Alpha[,Stream])

Untuk *fitting distribution* yang pertama adalah risiko *Illegal Tapping*. Pada risiko ini frekuensi kejadiannya adalah sebanyak 86 kali terjadi. Hasil distribusi yang cocok untuk risiko tersebut adalah distribusi *Lognormal* dengan nilai *LogMean* 6.23 dan *LogStd* 6.92. Di bawah ini akan ditampilkan hasil dari *fitting distribution* untuk risiko kegagalan penyaluran minyak bumi akibat *illegal tapping* di PT Pertamina Gas Central Sumatera Area:



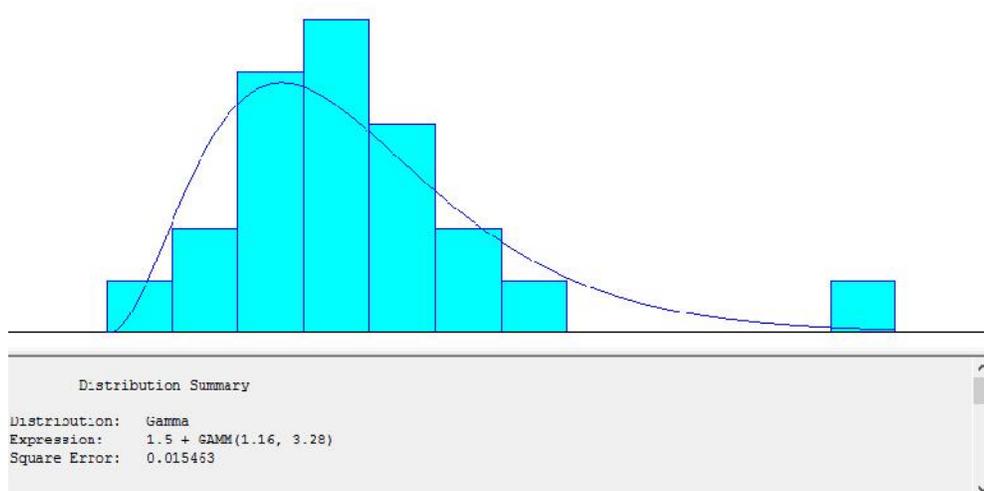
Gambar 4.5 *Fitting distribution risiko Illegal Tapping*

Untuk risiko yang kedua adalah risiko *Leaking*. Pada risiko ini frekuensi kejadian sebanyak 164 kali. Hasil distribusi yang cocok untuk risiko tersebut adalah distribusi *Weibull* dengan nilai *Beta* 4.33 dan *Alpha* 0.412.



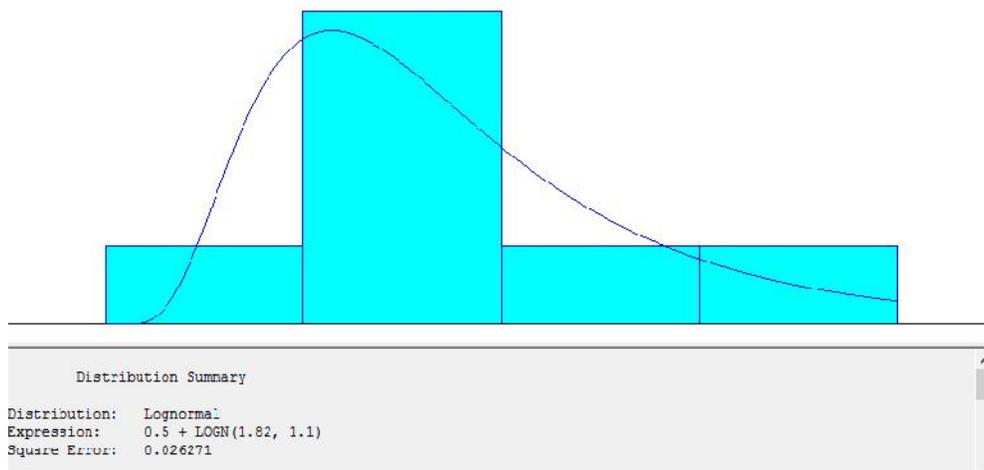
Gambar 4.6 *Fitting distribusi risiko Leaking*

Risiko selanjutnya adalah risiko *Main Equipment Damage*. Hasil distribusi yang cocok untuk risiko ini adalah distribusi *Gamma* dengan nilai *beta* 1.16 dan *alpha* 3.28.



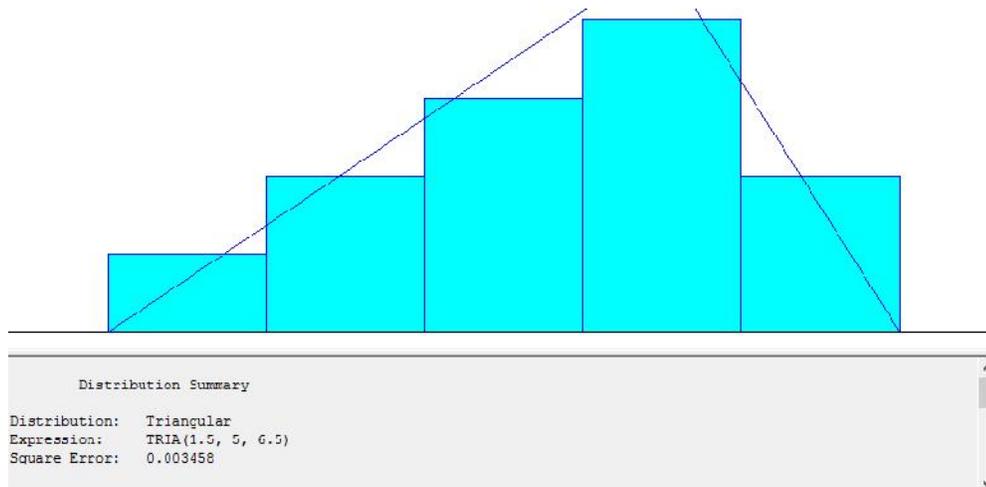
Gambar 4.7 *Fitting* distribusi risiko *Main Equipment Damage*

Risiko yang ke empat adalah risiko *Failure in Gathering Station*. Hasil distribusi yang cocok untuk risiko ini adalah distribusi *Lognormal* dengan nilai *LogMean* 1.82 dan *LogStd* 1.1.



Gambar 4.8 *Fitting* distribusi risiko *Failure in Gathering Station*

Risiko yang kelima adalah risiko *Failure in Metering System*. Hasil distribusi yang cocok untuk risiko ini adalah distribusi *Triangular* dengan nilai *Min* 1.5, *Mode* 5 dan *Max* 6.5.



Gambar 4.9 *Fitting* distribusi risiko *Trouble in Metering System*

Setelah sudah mengetahui semua distribusinya maka data-data tersebut dapat dimasukkan ke dalam form pada excel *Crystal Ball*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan iterasi sebanyak 1000 kali, agar didapatkan hasil data yang akurat. Berikut dibawah ini merupakan tabel keseluruhan hasil fitting distribusi untuk setiap variable risiko yang ada.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Distribusi

No.	Risiko	Nilai Square Error							Nilai Distribusi yang Dipilih
		<i>Normal</i>	<i>Log normal</i>	<i>Gamma</i>	<i>Exponential</i>	<i>Weibul</i>	<i>Triangular</i>	<i>Beta</i>	
1	<i>Illegal Tapping</i>	0.0824	<b>0.052</b>	0.0543	0.0658	0.0578	0.0727	0.0768	<i>Lognormal</i>
2	<i>Leaking</i>	0.285	0.284	0.144	0.00321	<b>0.0014</b>	0.518	0.18	<i>Weibul</i>
3	<i>Main Equipment Damage</i>	0.023	0.0235	<b>0.0155</b>	0.0931	0.0204	0.0491	0.0307	<i>Gamma</i>
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	0.0621	<b>0.0263</b>	0.0303	0.192	0.0463	0.0419	0.0717	<i>Lognormal</i>
5	<i>Failure in Metering System</i>	0.00964	0.0519	0.0324	0.12	0.015	<b>0.00346</b>	0.0043	<i>Triangular</i>

Sumber : Pengolahan Data Dengan Menggunakan *Software Arena*

Tabel diatas menunjukkan nilai *square error* pada beberapa uji distribusi yang ada. Diperoleh bahwa semua uji distribusi yang dilakukan nilai tidak melebihi 0.05 kecuali uji distribusi untuk *illegal tapping*, sehingga nilai distribusi ini dapat digunakan, untuk selanjutnya proses simulasi Montecarlo dilakukan dengan membangkitkan nilai random secara manual.

## 2. Simulasi Montecarlo dan Perhitungan *Opportunity Loss*

Pengolahan data dengan simulasi Montecarlo merupakan pengolahan data risiko dengan dampak yang dilakukan perhitungan yaitu dampak risiko *down time* operasional, dimana *down time* ini merupakan risiko bisnis dalam proses penyaluran minyak bumi melalui pipa milik PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Pengolahan data *down time* berdasarkan tiap proses dan berdasarkan keseluruhan variable risiko dilakukan dengan membangkitkan nilai random dan menghitung nilai risiko berdasarkan tiap proses dari setiap variabel risiko. Agar mendapatkan hasil yang lebih valid dalam penelitian ini, dan melihat hasil *fitting* distribusi yang cukup bervariasi pada Tabel 4.15, pembangkitan nilai random, selain menggunakan *software crystal ball* juga dilakukan dengan cara manual dan menggunakan uji statistik.

Bilangan acak yang akan dibangkitkan secara manual adalah sebanyak 36 data dengan 3 replikasi. Pada proses pembangkitan bilangan acak secara manual, perlu dilakukan validasi data pembangkitan bilangan acak. Data *TTR* yang telah dibangkitkan dapat dikatakan valid jika data *TTR* tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan data historis *TTR*. Oleh karena itu akan dilakukan uji kesamaan dua rata-rata untuk menilai validitas dari data tersebut.

Uji kesamaan dua rata-rata ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari rata-rata nilai data historis *TTR* dengan data pembangkitan bilangan acak. Jika dalam uji tersebut didapatkan hasil bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan data historis *TTR* sama dengan data pembangkitan bilangan acak. Validitas bilangan acak ini akan dilakukan dengan bantuan *Software Minitab* (*Stat* → *Nonparametric* → *Mann Whitney*). Berikut ini

adalah hasil uji kesamaan dua rata-rata antara data historis dan data pembangkit dari 5 sampel data:

Tabel 4.16 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Historis dan Replikasi *Illegal Tapping*

Replikasi	P	P hitung	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.1432	$0.1432 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.4193	$0.4193 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.4596	$0.4596 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.17 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Historis dan Replikasi *Leaking*

Replikasi	P	P hitung	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.5020	$0.5020 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.2882	$0.2882 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.4120	$0.4120 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.18 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Historis dan Replikasi *Main Equipment Damage*

Replikasi	P	P hitung	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.7771	$0.7771 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.8253	$0.8253 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.6051	$0.6051 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.19 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Historis dan Replikasi *Failure in Gathering Station*

Replikasi	P	P hitung	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.9537	$0.9537 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.7827	$0.7827 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.6519	$0.6519 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.20 Uji Kesamaan Rata-Rata Data Historis dan Replikasi *Failure in Metering System*

Replikasi	P	P hitung	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.3256	$0.3256 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.7181	$0.7181 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.6278	$0.6278 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Dari hasil uji kesamaan rata-rata antara data history *TTR* dan data replikasi dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara rata-rata dari data historis dan rata-rata pembangkitan acak hasil simulasi manual

Montecarlo. Penggunaan simulasi secara manual, dimaksudkan agar dapat menjadi pembandingan nilai rata-rata antara simulasi dengan menggunakan uji statistic dengan simulasi dengan menggunakan *software Crystal Ball*. Pada simulasi dengan *crystal ball* juga dilakukan sebanyak 3 replikasi, dimana masing-masing replikasi terdiri dari 1000 iterasi.

Nilai risiko yang dipilih adalah pada nilai yang memiliki nilai uji terbesar pada replikasi yang dilakukan secara *software Crystal Ball* dalam penelitian ini. Simulasi manual dilakukan sebagai pembandingan hasil antara simulasi manual dan *software Crystal Ball*. Dibawah ini merupakan hasil rekapitulasi simulasi Montecarlo ditampilkan dalam bentuk tabel seperti berikut:

Tabel 4.21 Rekapitulasi Simulasi Montecarlo

No	Risiko	Simulasi Manual Dengan Uji Statistik (Pembandingan)			Simulasi Dengan <i>Software Crystal Ball</i>		
		Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1 (1000x)	Rep. 2 (1000x)	Rep. 3 (1000x)
1	<i>Illegal Tapping</i>	4.0833	4.4722	7.7500	9.9217	3.1526	7.1530
2	<i>Leaking</i>	6.3611	6.9167	4.9722	4.3300	7.1298	4.3491
3	<i>Main Equipment Damage</i>	2.8611	3.3056	3.4167	3.7131	3.8251	3.7306
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	0.8611	0.9722	1.0278	2.1961	1.6845	1.6677
5	<i>Failure in Mating System</i>	2.0000	1.6111	1.7500	2.8390	3.4551	2.7395

Hasil rekap yang ditampilkan pada Tabel 4.21 menunjukkan bahwa risiko *Illegal Tapping* memiliki nilai kontribusi tertinggi yaitu sebesar 9.92 jam. Selanjutnya diikuti dengan risiko *Leaking* yang memiliki nilai kontribusi sebesar 7.12 jam. Nilai terendah ditunjukkan pada risiko *Failure in Gathering Station* dengan nilai kontribusi hanya sebesar 2.19 jam. Nilai risiko yang dipilih adalah pada nilai yang memiliki nilai terbesar pada replikasi yang dilakukan secara *software Cristal Ball*.

Setelah melakukan pengolahan risiko *downtime* operasional berdasarkan penggolongan risiko, selanjutnya dilakukan perhitungan *opportunity loss*. Hasil perhitungan *opportunity loss* ini akan di konversi nantinya kedalam tabel risiko yang telah ditentukan PT Pertamina Gas. perhitungan *opportunity loss* ditampilkan dalam bentuk *Loss Revenue / Hour*, dimana nilai *Loss Revenue* adalah sebesar \$ 2.657,51/hour, dimana detail perhitungan terdapat pada Tabel 4.6. Tabel dibawah ini merupakan hasil perhitungan *Opportunity Loss (Loss Revenue)* PT Pertamina Gas Central Sumatera Area pada penelitian kali ini.

Tabel 4.22 Rekapitulasi Perhitungan *Opportunity Loss*

No.	Risiko	(A) Rata-rata n Fail	(B) Estimasi TTR (Hour)	(C) Loss Revenue/Hour	(AxBxC) Total Financial Loss
1	<i>Illegal tapping</i>	3.38	9.9217	\$ 2,657.51	\$ 89,145.47
2	<i>Leaking</i>	4.15	7.1298	\$ 2,657.51	\$ 78,660.76
3	<i>Main Equipment Damage</i>	1.91	3.8251	\$ 2,657.51	\$ 19,406.34
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	1.29	2.1961	\$ 2,657.51	\$ 7,503.62
5	<i>Failure in Metering System</i>	1.08	3.4551	\$ 2,657.51	\$ 9,947.11
<b>Total</b>		11.81			<b>\$ 204,663.29</b>

Pada Tabel 4.22 menunjukkan nilai risiko *opportunity loss* tertinggi terdapat pada risiko *Illegal Tapping* sebesar \$ 89,145.47 dan nilai risiko terendah dengan nilai \$ 7,503.62 terdapat pada risiko *Failure in Gathering Station*. Jika di total secara keseluruhan nilai total risiko *opportunity loss* mencapai nilai \$ 204,663.29 yang merupakan nilai yang cukup tinggi.

Nilai yang telah didapat kemudian di konversi kedalam nilai dampak risiko. terdapat empat tingkat dampak risiko yang telah ditentukan oleh PT Pertamina Gas yaitu *Insignificant, Minor, Moderate, Significant, Catastropic*. Adapun detail matrik dampak risiko dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.23 Dampak Risiko

	<b>Financial (USD)</b>	<b>Investment (Project)</b>	<b>Health &amp; Safety</b>	<b>Environment</b>	<b>Reputation</b>
<i>Catastrophic</i>	loss > 7,711,812	loss > 80% BTR	Employee/Public Death	Very serious, long term environmental impairment of ecosystem function	National Wide
<i>Significant</i>	4,627,087 < loss < 6,169,449	60% BTR < loss < 80% BTR	Major Injuries > 1 person	Serious medium term environmental effects	Regional
<i>Moderate</i>	3,084,725 < loss < 4,627,087	40% BTR < loss < 60% BTR	Major Injuries to 1 person	Moderate/short term effect but not effecting ecosystem function	Local
<i>Minor</i>	1,542,362 < loss < 3,084,725	20% BTR < loss < 40% BTR	Minor Injuries	Minor effect to biological/physical environment	Internal
<i>Insignificant</i>	loss < 1,542,362	20% BTR	Nil	Minimal exposure to low significance area	Nil

Sumber : Tata Kerja Organisasi Managemen Risiko PT Pertamina Gas

Pada tabel diatas terdapat 5 penggolongan dampak risiko yang telah ditentukan oleh PT Pertamina Gas. 5 penggolongan tersebut meliputi *Financial*, *Investment*, *HSE*, *Environment*, *Reputation*. Pada penelitian kali ini penggolongan yang digunakan adalah penggolongan *Financial* yang telah di *highlight* kuning. Tabel dibawah ini merupakan tabel konversi yang telah di himpun dari perhitungan yang didapatkan pada penelitian kali ini.

Tabel 4.24 Rekapitulasi *Financial Loss*

No.	Risiko	Financial Loss	(C) Loss Revenue/Day	Index	Deskripsi
1	<i>Illegal tapping</i>	\$ 89,145.47	\$2,139,491.29	2	<i>Minor</i>
2	<i>Leaking</i>	\$ 78,660.76	\$1,887,858.12	2	<i>Minor</i>
3	<i>Main Equipment Damage</i>	\$ 19,406.34	\$ 465,752.06	1	<i>Insignificant</i>
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	\$ 7,503.62	\$ 180,086.83	1	<i>Insignificant</i>
5	<i>Failure in Metering System</i>	\$ 9,947.11	\$ 238,730.61	1	<i>Insignificant</i>

Setelah didapatkan keseluruhan data *probabilitas* dan dampak, selanjutnya dilakukan perkalian antara kedua nilai risiko tersebut untuk selanjutnya ditentukan *RPN (Risk Priority Number)* yang menjadi nilai risiko keseluruhan operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Di bawah ini merupakan tabel rekapitulasi

risiko PT Pertamina Gas Central Sumatera Area yang ditunjukkan dengan *RPN* (*Risk Priority Number*).

Tabel 4.25 Rekapitulasi Risiko Bisnis PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

No.	Risiko	Probabilitas		Dampak		Risk Priority Number (RPN)
		Index	Deskripsi	Index	Deskripsi	
1	<i>Illegal tapping</i>	2	Rare	2	Minor	4
2	<i>Leaking</i>	4	Likely	2	Minor	8
3	<i>Main Equipment Damage</i>	2	Rare	1	Insignificant	2
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	1	Unlikely	1	Insignificant	1
5	<i>Failure in Metering System</i>	1	Unlikely	1	Insignificant	1

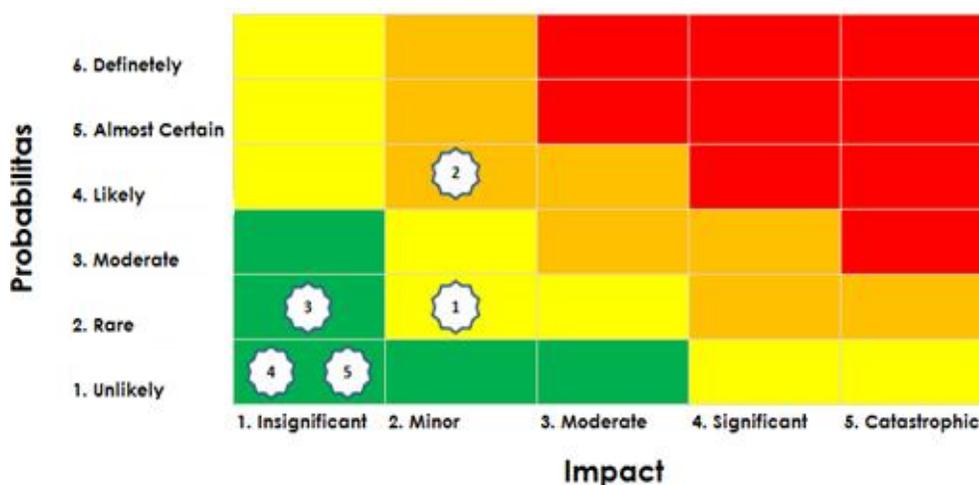
## BAB 5

### ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada Bab ini akan dibahas mengenai analisis hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab 4.

#### 5.1. Risiko Kritis

Rekomendasi mitigasi risiko bisnis dilakukan dengan melakukan identifikasi penyebab utama risiko bisnis kritis pada proses operasional. Dalam meminimalisir terjadinya risiko, diperlukan penentuan proses mitigasi yang memungkinkan untuk dilakukan sehingga tindakan mitigasi yang dilakukan dapat diaplikasikan pada PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, setelah hasil *risk assessment* untuk setiap risiko bisnis diketahui maka selanjutnya akan di pilih risiko bisnis yang kritis untuk diberikan mitigasinya. Cara yang akan digunakan untuk mengetahui risiko bisnis yang kritis adalah dengan melakukan pemetaan terhadap risiko-risiko operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Peta risiko dapat ditunjukkan dengan menggunakan matrik 5 x 6. Berikut dibawah ini merupakan Peta Risiko Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area hasil *Risk Assessment* yang telah dilakukan pada penelitian kali ini.



Gambar 5.1 Peta Risiko Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

Tabel 5.1 Daftar Risiko Operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area

No.	Risiko
1	<i>Illegal Tapping</i>
2	<i>Leaking</i>
3	<i>Main Equipment Damage</i>
4	<i>Failure in Gathering Station</i>
5	<i>Failure in Metering System</i>

Dalam identifikasi risiko bisnis kritis langkah pertama yang dilakukan adalah dengan memasukkan nilai-nilai index dari setiap variable risiko *probabilitas* dan dampak selanjutnya nilai tersebut diurutkan sesuai dengan kategori index yang ada, untuk *probabilitas* kategori terdiri dari *rare, unlikely, moderate, likely, almost certain, dan definitely*. Sedangkan dampak kategori terdiri dari *insignificant, minor, moderate, significant, dan catastrophic*. Pertemuan sumbu antara *probabilitas* dan dampak merupakan letak peta risiko operasional PT Pertamina Gas. Hal ini dilakukan untuk keseluruhan variable risiko PT Pertamina Gas.

Peta risiko yang dikembangkan PT Pertamina Gas terdiri dari 4 warna yaitu Merah, Kuning, Orange, dan Merah. Dalam penelitian kali ini risiko kritis yang dimaksud merupakan risiko-risiko yang masuk ke dalam peta kuning dan orange.

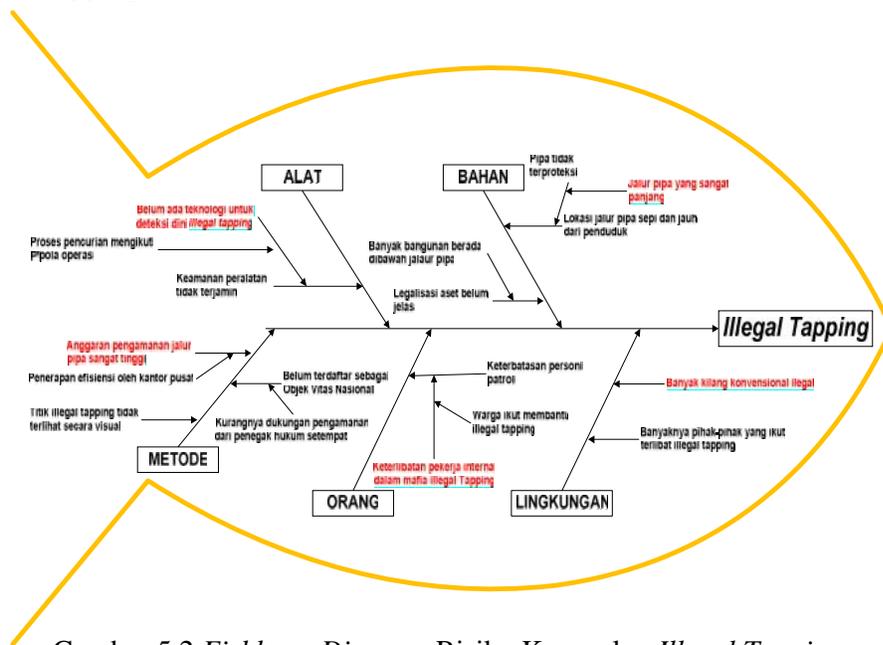
Dari pemetaan variable risiko probabilitas dan dampak, terlihat risiko-risiko yang paling kritis. Sehingga harus diberikan solusi mitigasi untuk mengurangi level dari risiko kritis tersebut. Pada peta risiko terdapat dua risiko yang masuk ke dalam peta kuning dan orange sehingga kedua variable ini harus mendapatkan mitigasinya, yaitu risiko *Illegal Tapping* dan risiko *Leaking*. Kedua risiko ini harus mendapatkan solusi mitigasi agar dapat mengurangi risiko yang ada pada perusahaan.

## 5.2. Identifikasi Penyebab Risiko dengan *Fishbone Diagram*

Setelah diketahui risiko apa saja yang kritis maka perlu diberikan solusi mitigasi yang tepat agar dapat mengurangi risiko bisnis pada perusahaan. Dalam memberikan solusi diperlukan data-data yang tepat agar dalam pemberian solusi

dapat diaplikasikan dengan tepat oleh perusahaan. Maka dari itu perlu dilakukan observasi lebih jauh tentang penyebab risiko-risiko tersebut dapat terjadi. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya risiko adalah dengan menggunakan *fishbone* diagram atau sering juga disebut *cause and effect diagram*. *Fishbone diagram* ini digunakan karena dengan cara ini dapat mencari tau faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan yang terjadi. Faktor tersebut diantaranya, *man*, *material*, *machine*, *method*, dan *environment*. Suatu tindakan dan langkah perbaikan akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan, dengan *fishbone diagram* ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara *user friendly*.

### 5.2.1. *Fishbone diagram* Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat *Illegal Tapping*



Gambar 5.2 *Fishbone Diagram* Risiko Kegagalan *Illegal Tapping*

Analisa dari hasil *fishbone diagram* digunakan sebagai dasar dalam pembuatan langkah-langkah mitigasi oleh perusahaan, agar dapat meminimalisir kegagalan risiko bisnis. Dari hasil *fishbone diagram* terdapat 5 *rootcause* utama yang menjadikan potensi risiko kegagalan *illegal tapping*.

Dari kategori BAHAN terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko kegagalan yaitu jalur pipa yang sangat panjang. Jalur pipa yang sangat panjang mengakibatkan pelaku *illegal tapping* lebih leluasa melakukan pencurian minyak bumi karena sebagian besar lokasi jalur pipa berada di kebun sawi dan karet yang sepi. Hal ini dapat diminimalisir dengan melakukan penanaman pipa penyalur lebih dalam dari standar yang ada dan memberi proteksi slab beton agar pelaku tidak mudah dalam melakukan pencurian dengan cara melubangi pipa penyalur. Dengan memperdalam posisi pipa penyalur di dalam tanah dan ditambah proteksi slab beton yang dipasang di atas pipa dengan jarak minimum 30 cm dari bagian atas pipa, maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama bagi pelaku untuk melakukan penggalian tanah dan pelaku juga akan kesulitan apabila melakukan penggalian dengan manual, sehingga personil patrol jalur akan lebih cepat menemukan kegiatan *illegal tapping* di sepanjang jalur pipa. Sudah banyak contoh yang terjadi yang mengakibatkan korban jiwa dan harta akibat aktivitas warga di atas jalur pipa yang mengakibatkan pipa rusak dan terjadinya kebakaran besar. PT Pertamina Gas juga harus melakukan penambahan rambu-rambu peringatan dan memperbaiki patok-patok batas jalur pipa yang rusak atau hilang.

Dari kategori ALAT, *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran adalah belum adanya teknologi deteksi dini *illegal tapping*. Selama ini penemuan titik *illegal tapping* apabila ditemukan tumpahan minyak atau komplain dari warga yang tanahnya tercemar minyak mentah, sehingga kejadian tersebut sudah berlangsung lama. Semakin lama penemuan titik *illegal tapping* maka akan semakin besar kerugian dan pencemaran yang terjadi. Saat ini PT Pertamina Gas Central Sumatera Area hanya melakukan monitoring tekanan dalam pipa yang di monitor di Stasiun Pengendali Operasi (SPO) yang ada di kantor PT Pertamina Gas Central Sumatera Area. Hanya dengan memanfaatkan teknologi penarikan data secara *realtime* di lapangan dari *Pressure Indicator* yang dipasang di beberapa segmen pipa penyalur, kemudian data itu di transmisikan ke SPO dan ditampilkan di layar monitor.

Dari kategori METODE terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu anggaran pengamanan jalur pipa sangat tinggi. Tingginya anggaran yang dibutuhkan untuk pengamanan ini dikarenakan jalur

pipa yang panjang dan lokasi yang susah untuk diakses dengan kendaraan sehingga dibutuhkan personil yang banyak dan anggaran terkait penyewaan kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat. Hal ini dapat di minimalisir dengan melibatkan penduduk sekitar untuk membantu pengawasan jalur pipa sebagai kerjaan sampingan mereka pada saat mereka lagi bekerja di kebun karet atau sawit. Pemanfaatan penduduk sekitar lebih hemat dibandingkan apabila harus merekrut tenaga khusus untuk patroli di daerah yang rawan pencurian.

Dari kategori ORANG terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu keterlibatan pekerja internal dalam kegiatan *illegal Tapping*. Kegiatan *illegal tapping* sudah sangat parah terjadi di jalur pipa Tempino-Plaju dan bahkan bukan hanya pipa penyalur milik PT Pertamina Gas saja yang menjadi incaran para pelaku *illegal tapping*, tetapi pipa-pipa milik perusahaan lain yang juga menyalurkan minyak bumi juga menjadi incaran. Maraknya kegiatan *illegal tapping* ini karena keuntungan yang sangat menggiurkan. Oleh karena itu, ada beberapa pekerja internal di PT Pertamina Gas Sentral Sumatera yang ikut terlibat. Para oknum ini memanfaatkan para pelaku dengan membocorkan informasi pola operasional dan strategi pengamanan jalur pipa sehingga aktifitasnya tidak terdeteksi dan pelaku dapat dengan mudah melakukan *illegal tapping*.

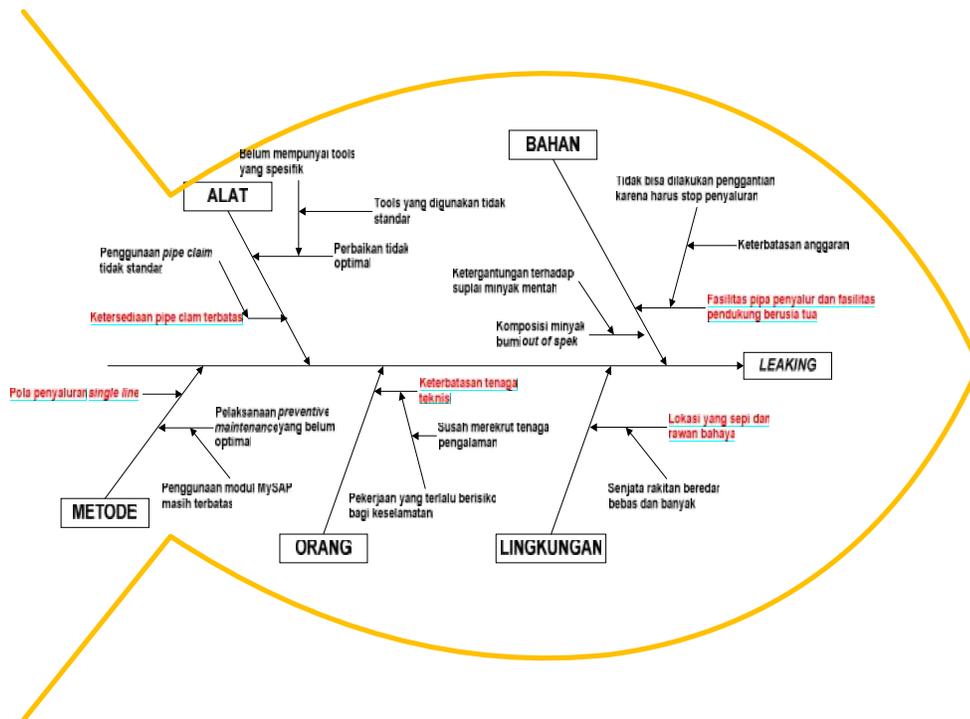
Dari kategori LINGKUNGAN terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu banyak kilang konvensional ilegal. Maraknya kegiatan *illegal tapping* juga semakin diperparah dengan tersebarnya kilang-kilang konvensional yang tidak berizin yang dilindungi oleh oknum-oknum penegak hukum dan warga yang memiliki senjata api rakitan. Kilang konvensional ini beroperasi dengan bebas di sekitar jalur pipa sehingga hasil pencurian minyak bumi di pipa dengan gampang di angkut dan diperjual belikan di kilang-kilang konvensional yang tidak berizin tersebut. Hasil olahan minyak mentah menjadi bahan bakar minyak juga dijual ke SPBU nakal yang menampung bahan bakar minyak hasil olahan yang tentunya dengan harga yang jauh lebih murah daripada yang dibeli resmi dari PT Pertamina.

Dibawah ini merupakan table resume lengkap sebab, dan akibat serta evaluasi terkait *rootcause* yang telah ditampilkan.

Tabel 5.2 Resume Analisis Sebab Akibat Utama Risiko Bisnis *Illegal Tapping*

Faktor	Penyebab	Akibat
<b>Bahan</b>	Jalur pipa yang sangat panjang	Pelaku <i>illegal tapping</i> lebih leluasa melakukan pencurian minyak bumi karena sebagian besar lokasi jalur pipa berada di kebun sawi dan karet yang sepi.
<b>Alat</b>	Belum ada teknologi untuk deteksi dini <i>Illegal Tapping</i>	Titik <i>Illegal Tapping</i> terdeteksi relative lama dan informasi biasanya di dapat dari laporan penduduk atau tim patroli yang menemukan tumpahan minyak disekitar jalur pipa
<b>Metode</b>	Anggaran pengamanan jalur pipa sangat tinggi	Membutuhkan personil eksternal yang sangat banyak sehingga memerlukan anggaran yang relatif besar
<b>Orang</b>	Keterlibatan pekerja internal dalam kegiatan <i>illegal Tapping</i>	Pelaku bisa mengetahui strategi pengamanan yang dilakukan oleh PT Pertamina Gas Central Sumatera Area sehingga susah tertangkap pelaku pencurian minyak di pipa.
<b>Lingkungan</b>	Banyak kilang konvensional illegal	Memotivasi penduduk untuk ikut menjadi pelaku <i>illegal tapping</i> karena kemudahan dalam menjual minyak hasil curian ke kilang konvensional

### 5.2.2. Fishbone Diagram Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat Leaking



Gambar 5.3 Fishbone Diagram Risiko Bisnis Kegagalan Penyaluran Akibat Leaking

Dari hasil *fishbone diagram* terdapat 5 *rootcause* utama yang menjadikan potensi risiko bisnis kegagalan penyaluran akibat *leaking*. Dari kategori BAHAN terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko kegagalan yaitu fasilitas pipa penyalur dan fasilitas pendukung berusia tua Untuk pipa lama dibangun tahun 1935 dan untuk pipa baru dibangun tahun 2016 tetapi tipenya *single line*. Pipa lama didesain *double line* sehingga kemungkinan terjadinya stop penyaluran kecil terjadi. Akibat dari banyaknya kejadian *illegal tapping* maka pipa lama sudah tidak bisa digunakan lagi karena sudah begitu banyak *pipe clam* yang terpasang dan tingkat kebocoran yang sangat tinggi.

Dari kategori ALAT terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu ketersediaan *pipe clamp* yang terbatas. *Pipe clamp* adalah peralatan yang sangat penting untuk penanganan *leaking* pada pipa penyalur. Tanpa peralatan ini maka penanganan kebocoran tidak dapat dilakukan. Dikarenakan tingkat *leaking* dan *illegal tapping* yang sangat tinggi, sehingga ketersediaan *pipe clamp* tidak mencukupi.

Kemudian dari kategori METODE terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu pola penyaluran *single line* Saat ini pipa penyalur yang digunakan adalah pipa penyalur *single line* yaitu pipa penyalur tunggal, sehingga apabila ada keadaan darurat maka harus dilakukan penurunan tekanan atau sampai stop penyaluran. Artinya apabila terjadi *leaking* maka sangat merugikan bagi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area akibat tidak bisa menyalurkan minyak bumi yang merupakan sumber pendapatan bagi PT Pertamina Gas Central Sumatera Area.

Selanjutnya dari KATEGORI Orang terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu keterbatasan tenaga teknisi. Kejadian *leaking* bisa terjadi kapan saja sehingga dengan kondisi ketersediaan personil teknisi dan sistem kerja harian maka penanganan *leaking* yang terjadi di luar jam kerja akan menjadi terhambat. Butuh waktu untuk berkoordinasi mengumpulkan personil, transportasi dan peralatan serta material yang dibutuhkan.

Yang terakhir dari kategori LINGKUNGAN terdapat *rootcause* yang berpotensi menimbulkan risiko bisnis kegagalan penyaluran yaitu lokasi yang sepi

dan rawan bahaya. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa lokasi jalur pipa lebih banyak berada pada kawasan kebun sawit dan karet yang sepi dan jauh dari penduduk sehingga untuk menuju lokasi tersebut kadang susah untuk dilalui oleh kendaraan dan juga situasi keamanan yang rawan terjadi tindakan kejahatan. Tim patroli harus didampingi oleh tim penegak hukum bersenjata lengkap apabila menuju ke lokasi yang rawan kejahatan sehingga butuh waktu untuk mempersiapkan segala hal yang diperlukan selama berada di lapangan.

Dibawah ini merupakan tabel resume lengkap sebab, dan akibat serta evaluasi terkait *rootcause* yang telah ditampilkan.

Tabel 5.3 Resume Analisis Sebab Akibat Utama Risiko Bisnis *Leaking*

Faktor	Penyebab	Akibat
<b>Bahan</b>	Fasilitas pipa penyalur dan fasilitas pendukung berusia tua	Fasilitas pipa dan fasilitas pendukung lainnya tidak dapat dioperasikan secara optimal, apabila ada kenaikan tekanan untuk menaikkan volume penyaluran makan akan rawan terjadi <i>leaking</i>
<b>Alat</b>	Ketersediaan <i>pipe clamp</i> yang terbatas	Penanganan <i>leaking</i> menjadi lebih lama karena harus menunggu ketersediaan <i>pipe clam</i> .
<b>Metode</b>	Pola penyaluran <i>single line</i>	Apabila terjadi kondisi emergency akibat <i>leaking</i> makan penyaluran minyak bumi harus dihentikan
<b>Orang</b>	Keterbatasan tenaga teknisi	Apabila terjadi <i>leaking</i> diwaktu malam hari maka penanganan akan tertunda karena tidak ada tim teknisi yang <i>standby</i> . Dibutuhkan waktu untuk <i>emergency team</i> untuk berkumpul di lokasi
<b>Lingkungan</b>	Lokasi yang sepi dan rawan bahaya	Team penanganan tidak berani menuju lokasi karena tidak ada jaminan keselamatan bekerja di lokasi tersebut

### 5.3. Solusi Mitigasi dan Pengaplikasiannya

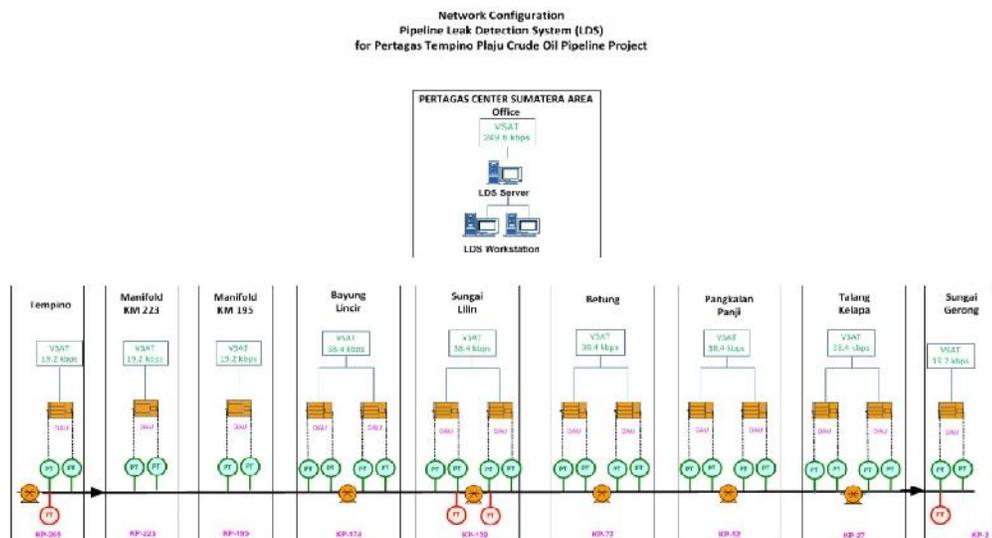
Dalam sub bab ini akan dijelaskan tentang solusi mitigasi untuk risiko bisnis kegagalan penyaluran akibat *illegal tapping* dan risiko bisnis kegagalan penyaluran akibat *leaking*. Setelah diberikan mitigasinya akan dilakukan penyampaian hasil mitigasi kepada management PT Pertamina Gas Central Sumatera Area pada forum *Konwledge Management: Friday Sharing Session*.

#### 5.3.1. Mitigasi Penyebab Utama Risiko Bisnis *Illegal Tapping*

Solusi mitigasi yang akan diberikan untuk risiko bisnis ini data dilihat dari Tabel berikut :

Tabel 5.4 Mitigasi Penyebab Utama Risiko Bisnis *Illegal Tapping*

Faktor	Penyebab	Mitigasi
<b>Bahan</b>	Jalur pipa yang sangat panjang	Melakukan penanaman pipa penyalur lebih dalam dari standar yang ada dan memberi proteksi slab beton agar pelaku tidak mudah dalam melakukan pencurian dengan cara melubangi pipa penyalur.
<b>Alat</b>	Belum ada teknologi untuk deteksi dini <i>Illegal Tapping</i>	Selama ini pemantauan jalur pipa untuk mengurangi upaya <i>Illegal Tapping</i> dengan cara konvensional yaitu melakukan patroli keliling sehingga hanya melihat tumpahan minyak. Perlu dipasang alat <i>monitoring online</i> deteksi dini disepanjang pipa untuk mengetahui apabila ada <i>drop pressure</i> yang signifikan
<b>Metode</b>	Anggaran pengamanan jalur pipa sangat tinggi	Melakukan sosialisasi dengan penduduk sekitar tentang bahaya dan dampak akibat <i>illegal tapping</i> sehingga mau memberikan informasi jika ada indikasi percobaan pencurian minyak.
<b>Orang</b>	Keterlibatan pekerja internal dalam kegiatan <i>illegal Tapping</i>	Mengevaluasi dan mengganti personil yang terindikasi ikut terlibat dan sering melakukan perubahan pola patroli dan menciptakan sistem pengamanan informasi penting
<b>Lingkungan</b>	Banyak kilang konvensional ilegal	Melakukan koordinasi ke kepolisian dan pemerintah daerah untuk menutup kilang-kilang konvensional yang rawan terjadi kebocoran akibat peralatan dan metode yang tidak sesuai standar migas.



Gambar 5.4 Skema aplikasi *Leak Detection System (LDS)* di PT Pertamina Gas Sumatera Area (*Overview PT Pertamina Gas, 2017*)

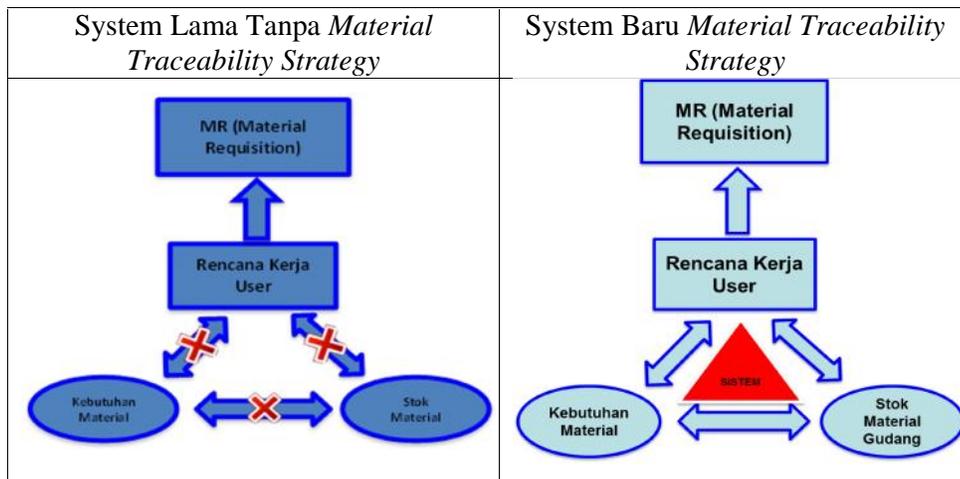
### 5.3.2. Mitigasi Sebab Akibat Utama Risiko Bisnis *Leaking*

Solusi mitigasi yang akan diberikan untuk risiko bisnis ini data dilihat dari Tabel berikut :

Tabel 5.5 Mitigasi Penyebab Utama Risiko Bisnis *Leaking*

Faktor	Penyebab	Evaluasi
<b>Bahan</b>	Fasilitas pipa penyalur dan fasilitas pendukung berusia tua	Perlu dilakukan rencana penggantian material yang sudah tua dengan yang baru agar material yang ada dapat beroperasi maksimal apabila dibutuhkan kenaikan volume penyaluran
<b>Alat</b>	Ketersediaan <i>pipe clamp</i> yang terbatas	Perlu diperhitungkan <i>minimum stock level</i> dengan metode sistem digitalisasi material untuk peralatan yang bersifat <i>emergency</i> agar dalam keadaan darurat bisa segera tertangani untuk menghindari kerugian dan dampak yang semakin besar akibat <i>leaking</i>
<b>Metode</b>	Pola penyaluran <i>single line</i>	Perlu dilakukan <i>double line</i> dengan pemasangan pipa <i>looping</i> khusus di daerah yang rawan terjadi <i>leaking</i>
<b>Orang</b>	Keterbatasan tenaga teknis	Perlu dibuatkan jadwal <i>standby</i> untuk <i>emergency team</i> dan posko-posko di jalur pipa untuk penempatan peralatan dan material agar personil lebih cepat dalam menangani kebocoran
<b>Lingkungan</b>	Lokasi yang sepi dan rawan bahaya	Dengan penetapan fasilitas PT Pertamina Gas Central Sumatera Area sebagai Obvitnas, maka pengamanan bisa diminta dari aparat penegak hukum pada saat kapanpun dibutuhkan

Tabel 5.6 Rencana Mitigasi Pembuatan System Digitalisasi Material



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian berdasarkan tujuan penelitian serta saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian, kesimpulan tersebut antara lain sbb:

1. Dalam penelitian ini risiko bisnis yang terjadi di PT Pertamina Gas Area Central Sumatera Area merupakan risiko bisnis kegagalan penyaluran minyak bumi yang didasarkan pada tingkat *critical ranking* peralatan yang diklasifikasikan menjadi *High Critical*, *Medium-High Critical*, *Medium Critical*, dan *Low Critical*. Penelitian ini menetapkan 2 penggolongan peralatan terhadap potensi risiko bisnis terjadinya kegagalan penyaluran minyak bumi yaitu pada *High Critical* dan *Medium-High Critical Equipment*. Dari pengklasifikasian tersebut diperoleh 5 risiko bisnis yang memiliki potensi terbesar terjadinya kegagalan penyaluran yaitu *Illegal Tapping*, *Leaking*, *Main Equipment Damage*, *Failure in Gathering Station* dan *Failure in Metering System*. Dengan melakukan analisa dengan metode Montecarlo maka diperoleh risiko bisnis yang memiliki dampak risiko paling tinggi yaitu *Illegal Tapping* dan *Leaking*. Dengan diketahuinya risiko bisnis kritis tersebut maka dilakukan *root cause analysis* dengan metode *fishbone diagram*. Hasil *root cause analysis* ini kemudian disusun tindakan mitigasinya dengan berdasarkan tingkat prioritas akar masalah sehingga meminimalisir potensi kegagalan penyaluran dan memudahkan perusahaan untuk menyusun Rencana Kerja.
2. Penggunaan metode Montecarlo dalam menentukan risiko bisnis kritis dilakukan dengan bantuan *Software Cristal Ball* dalam membangkitkan angka random dari setiap variabel risiko yang ada. Dari data *time repair* yang terjadi pada setiap risiko bisnis metode Montecarlo membutuhkan

distribusi variabel yang diamati. *Fitting distribution* yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan menggunakan *software Arena* yaitu :

No.	Risiko	Distribution
1	<i>Illegal Tapping</i>	<i>Lognormal</i>
2	<i>Leaking</i>	<i>Weibull</i>
3	<i>Main Equipment Damage</i>	<i>Gamma</i>
4	<i>Failure in Gathering Station</i>	<i>Lognormal</i>
5	<i>Failure in Matering System</i>	<i>Triangular</i>

3. Dengan menggunakan *software Cristal Ball* maka distribusi untuk masing-masing risiko akan menjadi *input analyser* untuk diperoleh sebuah nilai dari kemungkinan yang ditentukan (rentang dan bentuk distribusi). Nilai ini akan dianalisis sebagai *forecast financial opportunities loss* dari risiko bisnis kritis yang muncul berdasarkan dampak *financial risk* yang telah ditetapkan perusahaan. Dari hasil evaluasi terdapat 2 risiko yang merupakan risiko kritis pada kegiatan operasional PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dengan index probabilitas pada masing-masing variable risiko sebesar 2 (*rare*) ; 4 (*likely*) dengan dampak risiko (*opportunity loss consequences*) yang ditimbulkan masing masing sebesar \$ 2,139,491.29 (*minor*) dan \$ 1,887,858.12 (*minor*).
4. Melalui penelitian ini maka akan diperoleh risiko bisnis kritis yang memberikan dampak paling besar terhadap penurunan *revenue* perusahaan. Metode Montecarlo yang digunakan memudahkan peneliti untuk memunculkan risiko bisnis kritis dari sekina banyak risiko bisnis yang ada sehingga perusahaan bisa lebih fokus dalam memitigasi masalah berdasarkan potensi dampak risiko yang bisa muncul. Mitigasi risiko bisnis dilakukan dengan metode *fishbone analysis* untuk memudahkan mendapatkan akar masalah utama sehingga penggunaan anggaran biaya menjadi lebih tepat dan efisien.
5. Terdapat 6 tindakan mitigasi yang memungkinkan untuk dilakukan mengacu pada risiko kritis yang terdapat pada variable risiko bisnis kegagalan penyaluran akibat *illegal tapping*. Terdapat juga 7 tindakan

mitigasi yang dapat digunakan pada variable risiko bisnis kegagalan penyaluran akibat *leaking*.

## **6.2. Saran**

Saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu peningkatan integritas seluruh fasilitas utama dan fasilitas pendukung dalam sistem penyaluran minyak bumi melalui pipa penyalur PT Pertamina Gas Central Sumatera Area dengan perencanaan rencana kerja yang sesuai dengan skala prioritas berdasarkan nilai kritikan peralatan dan material sehingga integritas sistem juga bisa terjaga dengan baik. Selanjutnya, peningkatan pengamanan jalur pipa dengan pengamanan terpadu yang melibatkan seluruh *stakeholders* dan penegakkan hukum terhadap pelaku secara transparan agar seluruh oknum yang terlibat dalam tindakan pencurian minyak bumi ini tidak bisa leluasa dalam melakukan aksinya serta memberlakukan penerapan sanksi maksimum bagi pelaku untuk memberikan efek jera terhadap pelaku tersebut.

**(halaman ini sengaja dikosongkan)**

## DAFTAR PUSTAKA

Andersen, S. & Mostue, B. A. (2011). *Risk analysis and risk management approaches applied to the petroleum industry and their applicability to IO concepts*. Journal of Safety Science.

Burtescu, Emil (2012). *Decision Assistance in Risk Assessment – Monte Carlo Simulation*. Informatica Economica Vol. 16 No 4.

Christopher, M., Lee, H., (2004). *Mitigating supply chain risk through improved confidence*. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 34 (5), 388–396.

Charnes, John M. (2007), *Financial modeling with crystal ball and Excel*, New Jersey: John Willey & Sons, Inc.

Harland, C. & Brenchley, R. (2001), “*Risk in Supply Networks*”, European Operations Management Association, 8<sup>th</sup> International Annual Conference, Bath, UK, 3-5 June, 306-315

Kates, R.W., & Kasperson, J. X. (1983). *Comparative risk analysis of technological hazards*. A review Proceedings of the National Academy of Sciences, 80, 7027.

Leo J. Susilo., Victor Riwu Kaho (2011). *Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 Untuk Industri Nonperbankan*. Indonesia

NASA, 2001. *Standardized Facilities Preventive Maintenance Work Task Guide (with initial performance frequencies and PT&I alarm values)*, June 2001.

Pujawan, I.N. (2010). *Supply Chain Management Edisi Kedua*. Surabaya : Tim Guna Widya.

Reza, Andy & Vanany, (2013), Analisis Risiko *Downtime* dan *Opportunity Loss* Operasional Industri Eksplorasi Gas Dengan Metode Simulasi Monte Carlo, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Shahriar,A., Sadiq, R. (2012), “*Risk Analysis For Oil & Gas Pipelines: A Sustainability Assessment Approach Using Fuzzy Based Bow-Tie Analysis*”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Vol. 25, hal 505-523.

Szoplik, Jolanta (2012), *The Gas Transportation in a Pipeline Network*, *Intechopen*, Rijeka, Croatia.

Tang, C.S. (2006). *Perspectives in supply chain risk management*. *International Journal of Production Economics* 103, 451–488.

Vilko, J.P.P & Hallikas J.M. (2012). *Risk Assessment in Multimodal Supply Chains*. *International Journal Production Economics*.

## SUMMARY ILLEGAL TAPPING PERIODE 2015

## ILLEGAL TAPPING

No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	1/12/2015	0:27	Sri Gunung	KM-139.800	CLOSE	NL	1/12/2015	15:48:00	20 Liter	-	
2	1/20/2015	10:39	Sri Gunung	KM-137.300	CLOSE	NL	1/20/2015	16:10:00	220 Liter	2 meter	
3	1/20/2015	13:28	Sri Gunung	KM-137.000	CLOSE	NL	1/20/2015	16:52:00			
4	1/23/2015	21:50	Babat Banyuasin	KM-106.050	CLOSE	NL	1/24/2015	1:42:00	-	5 meter (semburan)	
5	1/24/2015	12:35	Sri Gunung	KM-142.700	CLOSE	NL	1/24/2015	18:40:00	220 Liter	-	
6	1/29/2015	9:34	Simpang Bayat	KM-212.000	CLOSE	8" B-2 Line	1/29/2015	15:35:00	20 Liter	-	
7	2/9/2015	3:47	Tanjung Kerang	KM-97.950	Close	NL	2/9/2015	11:35:00	-	-	
8	2/15/2015	13:05	Simpang Pauh	KM-176.500	Close	8" B-2 Line	2/15/2015	14:20:00	-	-	
9	2/18/2015	10:59	Simpang pauh	KM-175.500	Close	NL	2/18/2015	14:45:00	-	-	
10	2/19/2015	16:46	Sri Gunung	KM-151.700	Close	NL	2/20/2015	10:35:00	-	-	
11	4/4/2015	12:45	Bedeng Seng	KM 190.200	Close	NL	4/5/2015	10:20	2 bbbs	-	
12	4/27/2015	6:32	Bedeng Seng	KM 186.600	Close	NL	4/28/2015	15:50:00	6,3 Bbbs	-	
13	4/29/2015	8:20	Simpang Bayat	KM 214.500	Close	NL	4/29/2015	17:02:00	9,4 Bbbs	-	
14	5/8/2015	4:27	Bayung Lencir	KM 211.400	Close	NL	5/8/2015	14:30:00	100 liter	-	
15	5/11/2015	10:45	Peninggalan	KM 159.400	Close	NL	5/11/2015	18:40:00	80 liter	-	
16	5/12/2015	0:30	Simpang Pauh	KM 177.100	Close	NL	5/12/2015	11:09:00	60 liter	-	
17	5/18/2015	6:33	Tampang Baru	KM 192.400	Close	NL	5/18/2015	14:26:00	30 liter	-	
18	5/23/2015	1:35	Simpang Bayat	KM 214.800	Close	NL	5/23/2015	10:55:00	400 Liter	-	
19	5/25/2015	16:42	Simpang Pauh	KM 173.850	Close	B2	5/25/2015	18:15:00	-	-	
20	5/28/2015	5:05	Simpang Pauh	KM 212.300	Close	NL	5/25/2015	15:03:00	150 Liter	-	
21	5/31/2015	10:38	Tampang Baru	KM 191.500	Close	NL	6/1/2015	10:50:00	220 Liter	-	Indikasi Ilegal Tapping
22	6/1/2015		Tampang Baru	KM 191,500	CLOSE	NL	6/1/2015		-	-	
23	6/3/2015	7:07	Bedeng Seng	KM 186.600	CLOSE	NL	6/3/2015	15:57:00	-	-	
24	6/15/2015	6:12	sindang marga	KM 204.050	CLOSE	NL	6/16/2015	18:40:00	-	-	
25	6/18/2015	9:54	Simpang Bayat	KM 214.750	CLOSE	NL	6/18/2015	14:16:00	220 Liter	-	
26	6/19/2015	8:25	Telang	KM 208.050	CLOSE	NL	6/19/2015	17:50:00	880 liter	-	
27	7/9/2015	6:00	Sri Gunung	KM 151.700	CLOSE	NL	7/9/2015	11:40:00	1000 liter	-	
28	7/9/2015	0:11	Bedeng Seng	KM 186.700	CLOSE	NL	7/9/2015	14:30:00	20 liter	-	
29	7/16/2015	9:19	Babat Banyuasin	KM 101.500	Close	NL	7/16/2015	15:39:00	150 liter	-	
30	7/17/2015	21:11	Simpang Bayat	KM 214.755	Close	NL	7/18/2015	5:20:00	800 liter	-	
31	7/18/2015	16:18	sindang marga	KM 206.590	Close	NL	7/19/2015	2:04:00	20 liter	-	
32	7/28/2015	23:30	Sri Gunung	KM 156.800	Close	NL	7/29/2015	9:55:00	10 liter	-	
33	8/7/2015	0:01	Simpang Pauh	KM 183,400	Close	NL	8/7/2015	15:20:00	30 liter	-	
34	8/10/2015	4:39	Bukit Sangkal	KM 16,700	Close	NL	8/10/2015	15:06:00	40 liter	-	
35	8/11/2015	13:39	Tampang Baru	KM 191,300	Close	NL	8/11/2015	15:32:00	1 bbbs	-	
36	8/11/2015	13:39	Tampang Baru	KM 191,300	Close	B1 Line	8/11/2015	15:42:00	-	-	
37	8/18/2015			KM 235,500	Close	NL	8/18/2015	12:05:00	50 bbbs	-	
38	8/18/2015			KM 171,500	Close	NL	8/19/2015	9:40:00	50 liter	-	
39	8/18/2015			KM 182,800	Close	NL	8/19/2015	15:45:00	600 liter	-	
40	8/20/2015			KM 43,050	Close	B1 Line	8/20/2015	12:00:00			
41	9/25/2015			KM 207,950	Close	B2 Line	9/25/2015	19:10:00	-	-	
42	10/21/2015	13:00	Kebun Bunga	KM 28,500	Close	B2 Line	10/22/2015	11:15:00	-	-	
43	11/11/2015	9:40	Babat Banyuasin	KM 106,600	CLOSE	NL	11/12/2015		2 Liter		
44	11/17/2015		Babat Banyuasin	KM 104,900	CLOSE	NL	11/17/2015		2 drum		
45	12/6/2015		Simpang Pauh	KM 181,850	CLOSE	NL	12/6/2015		1 drum		
46	12/16/2015	16:30	Senawar Jaya	KM 230,000	CLOSE	NL	12/17/2015	18:25:00	120 Liter		

## SUMMARY ILLEGAL LEAKING PERIODE 2015

## ILLEGAL LEAKING

LEAKING											
No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	1/4/2015	17:25	Kaliberau	KM-202.100	Close	8" B-1 Line	1/5/2015	15:02:00	20 Liter	-	Korosi
2	1/27/2015	10:20	Telang	KM-210.200	Close	8" B-2 Line	1/27/2015	14:50:00	110 Liter	-	Korosi
3	1/27/2015	18:30	Mekar Jaya	KM-239.500	Close	8" B-1 Line	1/28/2015	11:10:00	15 Liter	-	Korosi
4	1/30/2015	9:30	Kayu Ara Kuning	KM-57.200	Close	8" B-2 line	1/30/2015	14:10:00	440 Liter	panjang sdh 20 meter lebar 1 meter	Korosi
5	1/30/2015	18:00	Lubuk Lancang	KM-70.200	Close	8" B-1 Line	1/31/2015	11:45:00	10 Liter	-	Korosi
6	1/31/2015	17:26	Sungai Lilin	KM-131.550	Close	8" B-1 Line	1/31/2015	19:15:00	660 Liter	-	Korosi
7	1/31/2015	17:26	Sungai Lilin	KM-131.550	Close	8" B-1 Line	1/31/2015	19:15:00	-	-	Korosi
8	2/1/2015	9:30	Sri Gunung	KM 147.750	Close	8" B-1 Line	2/1/2015	16:55:00	4770 Liter	-	Korosi
9	2/2/2015	13:03	Pangkalan Balai	KM 67.200	Close	8" B-2 Line	2/2/2015	14:02:00	-	-	Korosi
10	2/7/2015	8:04	Mulya Agung	KM 62.750	Close	6" B-2 Line	2/10/2015	12:59:00	3 Liter	-	Korosi
11	1/31/2015	16:49	Senawar Jaya	KM 228.600	Close	8" B-1 Line	2/10/2015	16:05:00	2 Liter	-	Korosi
12	2/15/2015	14:43	Simpang Pauh	KM-181.199	Close	8" B-1 Line	2/15/2015	17:55:00	400 Liter	3 Meter	Karet Clamp lama pecah
13	2/25/2015	20:40	Setereo	KM-62.500	Close	6" B-2 Line	2/26/2015	15:20	-	-	Korosi
14	9 Maret 2015	15:30	Sri Gunung	KM-154.950	Close	B2 8" / Alami	9 Maret 2015	16:11:00	660 Liter	-	Korosi
15	11 Maret 2015	9:40	Lubuk Karet	KM-78.800	Close	6" B2 Line	11 Maret 2015	10:40:00	-	-	Korosi
16	13 Maret 2015	13:28	Setereo	KM-62.800	Close	6" B2 Line	13 Maret 2015	16:25:00	-	-	Pipa Putus
17	22 Maret 2015	9:00	Setereo	KM-62.800	Close	6" B2 Line	23 Maret 2015	15:58:00	2 Liter	-	Korosi
18	23 Maret 2015	22:35	Sri Gunung	KM-137.300	Close	NL	24 Maret 2015	6:45:00	-	-	Karet Clamp Pecah
19	4/4/2015	22:30	Sri Gunung	KM 137.300	Close	NL	4/5/2015	7:57:00	3000 liter campur air	15x20 Meter	Karet Calmp Pecah
20	4/5/2015	12:20	Rimba Asam	KM 81.800	Close	6" B2 Line	4/5/2015	19:30:00	-	-	Pekerjaan Flushing
21	4/7/2015	10:51	Lubuk Karet	KM 78.200	Close	6" B2 Line	4/7/2015	18:30:00	-	-	Pekerjaan Flushing
22	4/3/2015	14:15	Simpang Pauh	KM 184.400	Close	8" B1 Line	4/8/2015	12:20:00	-	-	Korosi
23	4/8/2015	12:00	Rimba Asam	KM 82.600	Close	8" B1 Line	4/8/2015	15:15:00	10 Liter	-	Korosi
24	4/8/2015	14:00	Suka Jaya	KM 247.950	Close	8" B2 Line	4/9/2015	11:50:00	-	-	Korosi
25	4/8/2015	10:47	Lubuk Karet	KM-77.800	Close	6" B2 Line	4/8/2015	22:15:00	-	-	Pekerjaan Flushing, kebocoran berupa Air
26	4/10/2015	15:20	Setereo	KM 62.795	Close	6" B2 Line	4/10/2015	16:35:00	-	-	Korosi
27	4/5/2015	10:34	Simpang Pauh	KM 172.600	Close	8" B1 Line	4/13/2015	8:30:00	7 Bbils	15 meter ke sungai	Korosi
28	4/13/2015	11:35	Rimba Asam	KM 82.350	Close	8" B1 Line	4/14/2015	-	0.5 Bbils	-	Diclamp Oleh Tim Flushing (Dillon)
29	4/13/2015	19:30	Sukadamai	KM 250.800	Close	8" B1 Line	4/14/2015	8:30:00	2200 Liter	-	Korosi
30	5/13/2015	18:30	Lubuk Lancang	Km 65.000	Closed	6" B2 Line	5/13/2015	19:30:00	5 bbils	-	akibat flushing
31	5/12/2015	10:05	Lubuk Lancang	KM 65.700	Closed	6" B2 Line	5/14/2015	15:30:00	49 Bbils	-	akibat flushing
32	5/18/2015	17:48	Lubuk Lancang	KM 62.750	Closed	6" B2 Line	5/19/2015	13:15:00	-	-	akibat flushing
33	5/16/2015	17:10	Tempino	KM 259.860	Closed	8" B1 Line	5/20/2015	15:10:00	30 liter	-	Korosi
34	5/21/2015	19:27	Mekar Jaya	KM 241.150	Closed	8" B1 Line	5/22/2015	4:00:00	3200 liter	10 meter	Korosi
35	5/23/2015	15:44	Kayu Ara Kuning	KM-57.200	Closed	6" B2 Line	5/23/2015	18:00:00	3.5 Liter	-	Pekerjaan Flushing
36	5/30/2015	13:00	Lubuk Lancang	KM-62.500	Closed	6" B2 Line	5/30/2015	15:10:00	-	-	akibat flushing berupa air
37	6/3/2015	14:55	Simpang Pauh	KM 180.800	Close	8" B2 Line	6/3/2015	17:25:00	1 drum	-	Korosi
38	6/9/2015	9:53	Ibru	KM 257.700	Close	8" B1 Line	6/9/2015	17:30:00	-	-	Korosi
39	6/22/2015	17:13	Sukadamai	KM 250.950	Close	8" B1 Line	6/23/2015	0:30:00	-	-	Korosi
40	7/8/2015	10:20	Senawar Jaya	KM 233.800	Close	8" B1 Line	7/8/2015	-	-	-	Korosi
41	7/11/2015	1:42	Sungai Landai	KM 258.800	Close	NL	7/11/2015	8:30:00	300 liter	-	Karet Calmp Pecah
42	7/14/2015	21:10	Simpang Pauh	KM 173.900	Close	8" B1 Line	7/15/2015	10:30:00	200 liter	-	Korosi
43	7/24/2015	9:10	Sindang Marga	KM 203.700	Close	8" B1 Line	7/24/2015	18:05:00	70 liter	-	Korosi
44	8/6/2015	10:35	Mekar Jaya	KM 237.000	Close	B1 Line	8/12/2015	11:30:00	-	-	kebocoran Hottap Valve Flushing
45	8/29/2015	17:00		KM 99,300	Close	B2 Line	8/29/2015	22:30:00	40 liter	-	Korosi
46	9/9/2015	6:40		KM 251,950	Close	B1 Line	9/9/2015	9:55:00	-	-	
47	9/25/2015	17:29		KM 207,950	Close	B2 Line	9/25/2015	19:10:00	-	-	
48	9/30/2015	6:00		KM 77,900	Close	B1 Line	9/30/2015	8:00:00	-	-	
49	10/15/2015	16:10	Tempino	KM 259,700	Close	B2 Line	10/15/2015	20:30:00	2 liter	-	Korosi
50	10/19/2015	21:00	Rimba Asam	KM 83,000	Close	B1 Line	10/20/2015	10:10:00	1 drum	-	Korosi
51	11/3/2015	9:20	Letang	KM 112,700	Close	B2 Line	11/3/2015	17:20:00	6000 liter	-	Korosi
52	11/17/2015			KM 180,800	CLOSE	B1 Line	11/17/2015				Korosi



## SUMMARY ILLEGAL TAPPING PERIODE 2016

ILLEGAL TAPPING

No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	1/2/2016	10:35	Simpang Pauh	183.05	NL		1/2/2016	13:40:00	10 Liter		
2	1/14/2016	17:20	Bedeng Seng	190.8	NL		1/14/2016	19:50:00	150 liter		
3	1/19/2016	5:40	Simpang Bayat	214.8	NL		1/19/2016	9:35:00	200 Liter		
4	2/5/2016	23:00	Tampang baru	195.95	NL		2/5/2016	0:00:00	400 Liter		
5	2/8/2016	7:40	Senawar Jaya	235.1	NL		2/8/2016	15:20:00	400 Liter		
6	2/10/2016	10:45	Simpang Pauh	181.8	NL		2/10/2016	20:00:00	50 Liter		
7	2/26/2016	10:35	Telang	208.5	NL		2/26/2016	14:15:00	200 Liter		
8	3/27/2016	6:30	Telang	210.4	NL		3/27/2016	12:10:00	20 liter		
9	20/04/2016	12:11:00	Tampang Baru	192.007	NL		20/04/2016	17:00:00	0.25 liter		
10	19/05/2016	11:20	Tampang Baru	193.6	NL		19/05/2016	20:30:00	50 liter		
11	14/06/2016	5:13	Tampang baru	191.8	NL		14/06/2016	9:51:00	nihil		Belum sempat loading
12	6/16/2016	3:00	Tampang baru	191.95	NL		6/16/2016	9:35:00	nihil		
13	6/27/2016	18:20	Kali Berau	200.9	NL		6/27/2016	21:10:00	200 liter		
14	29/06/2016	5:02	Simpang Pauh	181.5	NL		29/06/2016		100 Liter		
15	3/7/2016	13:11	Sri Gunung	155.6	NL		3/7/2016	15:20:00	150 Liter		
16	07/13/2016	2:40	Telang	207.7	NL		07/13/2016	15:00:00	150 Liter		
17	17/7/2016	04:33	Peninggalan	158.620	NL		17/07/2016	09:55	150 Liter		
18	18/07/2016		Simpang Bayat	212.4	NL		18/07/2016	15:30:00	200 Liter		
19	23/07/2017	11:02	Simpang Bayat	213.95	NL		23/07/2016	16:20:00	200 Liter		BB : 4200 Liter
20	2/08/2016	02:00	Simpang Pauh	181.950	NL		2/08/2016	09:45	100 Liter		
21	25/09/2016		Suko Mulyo	13.6	B2 Line		25/09/2016	18:44:00			
22	11/20/2016	8:55	Kali Berau	201.2	NL		11/20/2016	12:19:00	50 Liter		
23	24/11/2016	3:20	Sindang Marga	206	NL		24/11/2016	8:12:00	200 liter		
24	26/11/2016	15:24	Kaliberau	201.000	NL		25/11/2016	17:55	150 Liter		
25	12/1/2016	3:30	Desa Telang	208.9	NL		12/1/2016	08:27	100 Liter		
26	12/2/2016	15:30	Simpang Pauh	183.1	NL		12/2/2016	16:12:00			
27	3/12/2016	14:16	Kali Berau	200.900	NL		3/12/2016	18:20	75 Liter		
28	12/4/2016	11:35	Simpang Pauh	181.800	NL		12/4/2016	15:45	100 Liter		
29	12/7/2016	11:50	Simpang Pauh	183.4	NL		12/7/2016	15:07:00	30 liter		
30	12/10/2016	9:15		214.05	NL		12/10/2016	14:25:00	20 liter		
31	12/12/2016	4:15	Telang	208.2	NL		12/12/2016	8:30:00	50 liter		
32	15/12/2016	4:25	Simpang pauh	183.2	NL		15/12/2016	10:30:00	60 liter		
33	27/12/2016	4:57	Bedeng Seng	186.700	NL		27/12/2016	12:00	120 Liter		

**SUMMARY ILLEGAL LEAKING PERIODE 2016**

**ILLEGAL LEAKING**

LEAKING											
No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	2/4/2016	12:47	Bukit	89.98	B1		2/4/2016	16:05:00	30 Liter		
2	2/15/2016	10:45	Kali berau	202.700	B1		2/17/2016	17:30:00	2 Liter		
3	2/23/2016	10:44	Kali berau	202.699	B1		2/23/2016	13:50:00	20 Liter		
4	2/27/2016	13:30	Lubuk Lancang	64.05	B1		2/27/2016	16:00:00	40 Liter		
5	2/28/2016	10:22	Bukit	88.9	B1		2/28/2016	14:00:00	10 liter		
6	3/13/2016		Kali berau	202.3	B1		3/13/2016		10 liter		
7	3/19/2016	17:50	Rimba Asam	82.4	B1		3/19/2016	21:21:00	15 Liter		
8	24/04/2016	2:45	Sri Gunung	142.9	B1		25/04/2016	9:30	1000 Liter		Oil recovery bercampur dengan air
9	29/04/2016	1:42	Sungai Landai	256.8	B2		29/04/2016	8:45:00	100 Liter		
10	9/5/2016	11:00	Babat Banyuasin	104.4	B2		9/5/2016	12:30:00	50 Liter		Penyebab kebocoran dikarenakan korosi
11	22/05/2016	15:48	Sri Gunung	142.95	8" B1		22/05/2016	19:13:00	150 Liter		Penyebab kebocoran dikarenakan korosi
12	24/05/2016		Babat Banyuasin	107.2	8" B1		24/05/2016	19:30:00	792 Liter		Penyebab kebocoran dikarenakan korosi
13	5/27/2017	8:40	Sembawa	44.35	8"B1		5/27/2016	10:47:00	50 liter		Penyebab kebocoran dikarenakan korosi
14	14/Juni/2016	15:00	Simpang Pauh	173.9	8" B1		14/Juni/2016	17:10:00	400 Liter		Korosi
15	14/06/2016		Simpang Pauh	172.6	8" B1		19/06/2016	9:30:00	10 liter		Korosi
16	19/06/2016	17:50		187.8	8" B1		19/06/2016	21:00:00	200 liter		Korosi
17	23/06/2016	11:20	Tampang Baru	194.05	8" B1		23/06/2016	13:35:00	10 Liter		Korosi
18	6/27/2017	12:31	Bukit	87.5	8" B1		6/27/2017	16:33:00	10 Liter		
19	7/1/2016	11:07		200.5	8" B1		7/1/2016	14:10:00	30 liter		
20	7/4/2016	16:16		259.6	8" B2		7/4/2016	20:30:00	20 liter		
21	7/11/2016	15:55	Senawar Jaya	228.6	8" B1		7/11/2016	19:07:00	20 liter		korosi
22	15/07/2016	18:05	Sri Gunung	148.4	8" B1		15/07/2016	22:45:00	450 liter		Korosi
23	15/07/2016		Letang	114.1	8" B2		16/07/2016		50 Liter		
24	16/07/2016		Simpang Pauh	180.48	8" B2		16/07/2016		150 Liter		
25	7/30/2016		Sindang Marga	204.4	8" B2		7/30/2016		10 Liter		
26	8/6/2016		Bedeng Seng	187.4	8" B1		8/6/2016		400 Liter		
27	8/9/2016	22:12	Slindang Marga	203.4	8" B1		8/10/2016	1:05:00	± 5 liter		
28	8/14/2016		Sungai Lilin	126.8	8" B1		8/14/2016		100 Liter		
29	8/24/2016	07:35	Bukit	88.9	8" B1		8/24/2016	14:45	100 Liter		Korosi
30	8/29/2016			70.3	8" B1		8/30/2016				Korosi
31	9/3/2016			226.8	8" B1		9/3/2016		50 Liter		Korosi
32	10/2/2016		Rimba Asam	83.1	6"B2		10/2/2016		30 Liter		
33	10/11/2016	8:00	Letang	115.1	8"B2		10/11/2016	13:10:00	±50 Liter		Korosi
34	10/14/2016		Rimba Asam	83.1	8" B1		10/14/2016		±10 Liter		Korosi
35	21/10/2016	14:18		261.700	8" B2		21/10/2016	21:05	3 Liter		Korosi
36	10/23/2016		Tambang Baru	191.7	8"B1		10/23/2016		±5 Liter		
37	10/25/2016	21:00		207.8	8" B1		26/10/2016	20:30:00	150 Liter		Korosi
38	5/11/2016	17:15	SEMBAWA	44.35	8" B1		5/11/2016	23:44:00	20 Liter		Korosi
39	12/11/2016	7:40	Simpang Tungkal	166.4	8" B1		12/11/2016	9:10:00	200 Liter		Korosi
40	11/24/2016	3:20	slindang marga	206.6	NL		11/24/2016	8:15:00	200 liter		
41	23/11/2016	17:34	Letang	115.9	8" B1		24/11/2016	0:15:00	8000 liter		Korosi, oil recovery dimasukkan ke slope tank KM 139
42	26/11/2016	06:00		184.400	NL		25/11/2016	10:00	100 Liter		Karet Clamp Pecah, kebocoran Titik IT tahun 2013 (Info CMS)
43	26/11/2016	07:10		224.100	8" B1		25/11/2016	15:52	2 Liter		
44	12/10/2016	9:50		216.7	8" B1		12/10/2016				

**SUMMARY ILLEGAL TAPPING PERIODE 2017**

ILLEGAL TAPPING

No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	7/1/2017	1:30	Simpang Bayat	211.4	close	NL	1/1/2017	10:00	75 liter		
2	11/01/2017	02:58	Kalidoni	14.900	Close	NL	11/01/2017	14:40	6000 L		Oil. Recd 6000 L dikarenakan saat penanggulangan terjadi Leaking akibat Backhoe
3	12/01/2017		Kalidoni	KM 14.895	CLOSE	B1	13/01/2017	15:25	Nihil		Kondisi pipa dalam keadaan kosong
4	15/01/2017	10:29	Kalidoni	KM 14.890	CLOSE	B2	15/01/2017	13:00	Nihil		Kondisi pipa dalam keadaan kosong
5	13/06/2017		Peninggalan	KM 159.050	Close	B2	13/06/2017	14:15	10 liter		
6	23/06/2017	0:30	Tempino	KM 260.500	Close	NL	23/06/2017	5:20	50 liter		
7	23/06/2017	9:50	Gajah Mati	KM 91.500		NL	23/06/2017	16:46	600 liter		

**SUMMARY ILLEGAL LEAKING PERIODE 2017**

**ILLEGAL LEAKING**

LEAKING											
No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
1	1/2/2016	12:34	Bukit	KM 89,795	B1		1/2/2016	19:17	100 Liter		
2	1/3/2016	7:52	Sukamaju	KM 123,010	B1		1/3/2016	13:00	8000 Liter		
3	12/01/2017	11:29	Sembawa	KM 44.300	CLOSE	B1	12/01/2017	19:10	10 Liter		
4	1/20/2017	11:11	kaliberau	KM 201,900	CLOSE	B1	1/20/2017	14:37	2 liter		
5	1/24/2017			KM 152,200	CLOSE	B2	1/24/2017		200 liter		
6	1/27/2017	11:05	Sri Gunung	144.900	CLOSE	B1	1/27/2017	13:20	30 Liter		
7	14/02/2017	08:20	Senawar	235.900	CLOSE	B1	14/02/2017	12:45	+/-250 Liter		
8	2/21/2017	6:11	kaliberau	202.600	CLOSE	B1	2/21/2017	9:15	nihil		korosi
9	22/02/2017	16:10	Sindang Marga	203.800	CLOSE	B1	22/02/2017	20:43	2000 Liter		Korosi pipa
10	24/02/2017	10:00	Kali Berau	200.480	CLOSE	B1	24/02/2017	17:00	nihil		Korosi pipa
11	26/02/2017	10:30	Telang	207.800	CLOSE	B2	26/02/2017	15:23	20 Liter		Korosi pipa
12	17/03/2017	16:30	Sungai landai	259.900	CLOSE	B2	17/03/2017	22:57	200 Liter		Korosi pipa
13	23/03/2017	20:15	Kali Berau	200.500	CLOSE	B1	23/03/2017	23:57	+50 liter		Korosi pipa
14	30/03/2017	23:40	Telang	207.300	CLOSE	B2	31/03/2017	9:30	+10 liter		Korosi pipa
15	4/9/2017	16:00	Bedeng seng	187.850	CLOSE	B1	4/9/2017	18:33	+500 liter		korosi pipa
16	14/04/2017	16:54	Gajah Mati	93.050	CLOSE	B1	14/04/2017	20:10	1/2 Liter		Korosi
17	28/04/2017	18:45	Sri Gunung	148.500	CLOSE	B2	28/04/2017	22:37	100 liter		korosi
18	5/1/2017	17:52	Durian Daun	74.500	CLOSE	B1	5/1/2017	22:20	40 liter		korosi
19	5/2/2017	14:30	Sri Gunung	154.400	CLOSE	B2	5/2/2017	16:58	1 liter		korosi
20	5/22/2017	22:06	Telang	207.400	CLOSE	B2	5/23/2017	1:30	+250 liter		korosi
21	6/2/2017	13:30	Telang	120.600	CLOSE	B2	6/3/2017	12:10	+150 liter		korosi
22	11/6/2017	14:07	Sri Gunung	144.200	CLOSE	B2	11/6/2017	17:05	100 liter		korosi
23	6/17/2017	10:25	Sembawa	44.100	CLOSE	B1	6/17/2017	12:45	20 liter		korosi
24	7/22/2017	17:10	Sindang Marga	202.800	CLOSE	B2	7/22/2017	19:50	300 liter		korosi
25				202.770							
26	12/08/2017	14:34	Babat Banyuasin	110.100	CLOSE	B2	12/08/2017	19:00	800 Liter		Korosi
27	19/08/2017	10:45	Bedeng seng	187.800	CLOSE	B1	19/08/2017	12:05	150 liter		Korosi
28	8/22/2017	17:15	Sri Gunung	142.200	CLOSE	B1	8/22/2017	22:45	30 liter		Korosi
29	8/22/2017	18:30	Tempino	260.800	CLOSE	B2	8/22/2017	22:55	10 liter		Korosi
30	7/9/2017	13:16	Sei Lilin	132.100	CLOSE	B1	7/9/2017	21:19	500 Liter		Korosi
31	24/09/2017	12:30	Sri Gunung	146.300	CLOSE	B2	24/09/2017	14:13	100 liter		Akibat kegiatan excavator project grissik pusri
32	27/09/2018	7:30	Simpang Pauh	181.250	CLOSE	B1	27/09/2018	11:30	50 Liter		Korosi
33	30/09/2019	16:55	Sindang Marga	202.900	CLOSE	B1	30/09/2019	19:35	50 Liter		Korosi
34	10/4/2017	19:47	Babat Banyuasin	111.600	CLOSE	B2	10/5/2017	1:30:00	22000 LITER		Akibat kegiatan excavator project grissik pusri
35	10/5/2017	15:33	Babat Banyuasin	111.450	CLOSE	B1	10/5/2017	20:45:00	50 Liter		Akibat kegiatan excavator project grissik pusri
36	10/6/2017	16:00	Sri Gunung	147.100	CLOSE	B1	10/6/2017	18:00:00	600 liter		Akibat kegiatan excavator project grissik pusri
37	10/8/2017	14:45	Suka Maju	123.950	CLOSE	B1	8/10/2017	20:30	50 Liter		korosi
38	10/13/2017	16:55	Ibru	254.700	CLOSE	B2	10/13/2017	17:20	Nihil		korosi
39	10/14/2017	15:03	Sindang Marga	202.800	CLOSE	B1	10/14/2017	18:20	50 Liter		korosi
40	10/24/2017	19:10	Sri gunung	145.900	CLOSE	B2	10/24/2017	21:30	200 liter		Terkena kuku excavator project grissik pusri
41	10/25/2017	15:30	Sukamaju	118.250	CLOSE	B2	10/25/2017	19:35	24,000 liter		Terkena kuku excavator project grissik pusri
42	1/11/2017	9:35	Sri Gunung	140.520	close	B2	1/11/2017	11:10	200 Liter		terkena alat berat project pipa gas grissik pusri
43	5/11/2017	9:00	Sri gunung	149.530	close	B1	5/10/2017	15:30	Nihil		terkena alat berat project pipa gas grissik pusri
44	5/11/2017	15:30	Sri gunung	149.530	close	B1	5/10/2017	15:30	Nihil		terkena alat berat project pipa gas grissik pusri
45	12/11/2017	20:32	Suka Maju	118.200	CLOSE	B1	12/11/2017	23:10	1000 Liter		Korosi
46	16/11/2017	18:56	Pinang panjar	126.600	Close	B2	16/11/2017	23:43	50 Liter		Akibat korosi
47	20/11/2017	8:00	Sei Lilin	131.300	CLOSE	B2	20/11/2017	13:30			
48	20/11/2017	8:00	Sei Lilin	131.299	CLOSE	B2	20/11/2017	13:30	300 liter		korosi
49	22/11/2017	17:50	Sri Gunung	154.600	close	B1	22/11/2017	20:30	50 liter		korosi
50	28/11/2017	9:37	Simpang Bayat	216.900	CLOSE	B2	28/11/2017	15:19	3 Liter		Korosi
51	30/11/2017	14:16	Sei Lilin	129.700	CLOSE	B2	30/11/2017	15:45	3000 Liter		Korosi
52	30/11/2017	10:58	Sembawa	47.250	CLOSE	B1	30/11/2017	19:59	10 Liter		Korosi (Posisi pipa berada ditengah antara MKL-NL-B1-B2)
53	5/12/2017	22:28	Sri Gunung	144.050	CLOSE	B1	06/12/2017	4:10	43 Liter		Korosi
54	12/12/2017			224.500	CLOSE	B1	12/12/2017	21:56	60 Liter		Korosi

**SUMMARY ILLEGAL LEAKING PERIODE 2017**

ILLEGAL LEAKING

LEAKING											
No	Finding		Location	( KM )	Status	Remarks	Finish		Oil Recovery	Luas Paparan	Keterangan
	Date	Time					Date	Time			
55	21/12/2017	6:48	Tanjung Kerang	97.300	CLOSE	B2	21/12/2017	13:50	200 liter		Korosi
56				97.301	CLOSE	B2					Korosi
57				97.296	CLOSE	B2					Korosi
58				97.295	CLOSE	B2					terkena alat berat project pipa gas grisik pusri
59	21/12/2017	3:30	Senawar Jaya	KM-234.800	CLOSE	NL	21/12/2017	9:48	+/- 48000 Liter		
60	12/29/2018	15:22	Langkan	54.100	CLOSE	B1	12/29/2018	20:25			

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Banda Aceh pada tanggal 03 Maret 1982 sebagai anak ke-2 dari 5 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 80 Banda Aceh tahun 1994. Selanjutnya menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMPN 13 Banda Aceh pada tahun 1997. Dan menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 04 Banda Aceh pada tahun 2000. Setelah itu penulis melanjutkan ke jenjang sarjana dan menyelesaikan pendidikan di program studi Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala Banda Aceh pada tahun 2006. Pada tahun 2016 penulis berkesempatan untuk melanjutkan studi ke jenjang magister di program studi Manajemen Industri di kampus Magister Manajemen Teknologi Sepuluh Nopember (MMT-ITS) dan diselesaikan pada tahun 2018. Penulis saat ini bekerja di PT. Pertamina Gas sebagai Assistant Manager Maintenance. Semoga apa yang disajikan penulis dalam tesis ini bisa bermanfaat untuk dunia akademi. Penulis bisa dihubungi di [dedi.mariadi@gmail.com](mailto:dedi.mariadi@gmail.com).