



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Badak LNG

**Analisa Kebocoran *Elbow Lean Amine Pipe* H1-K24-24-BM8B
dan H1-K24-30-BM4B Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)**

Berdasarkan API RP 571

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTIA**

Oleh :

Rizqy Yuliah NIM. 2102322017

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
KONSENTRASI MECHANICAL ROTATING
KERJASAMA PNJ – PT BADAK NATURAL GAS LIQUEFACTION
BONTANG, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Badak LNG

PNJ – PT BADAK NGL

ANALISA KEBOCORAN *ELBOW LEAN AMINE PIPE* H1-K24-24-BM8B DAN H1-K24-30-BM4B DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)* BERDASARKAN API RP 571

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Rizqy Yuliah

NIM. 2102322017

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL

JULI, 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Badak LNG

PNJ – PT BADAQ NGL

ANALISA KEBOCORAN *ELBOW LEAN AMINE PIPE* H1-K24-24-BM8B DAN H1-K24-30-BM4B DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)* BERDASARKAN API RP 571

**DRAFT
SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi energi, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Rizqy Yuliah

NIM. 2102322017

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAQ NGL
JULI, 2025**



“Skripsi ini saya persembahkan untuk seluruh pihak yang berperan dalam kehidupan perguruan tinggi saya, semoga senantiasa bermanfaat bagi nusa, bangsa, agama, almamater, dan Perusahaan”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI

Analisa Kebocoran Elbow Lean Amine Pipe H1-K24-24-BM8B
dan H1-K24-30-BM4B Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA)
Berdasarkan API 571

Oleh:

Rizqy Yuliah

NIM. 2102322017

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Eng., Muslimin, S. T., M.T.

NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

PT Badak NGL

Ir. Hanung Andriyanto, S.T., M.T., I.P.M.

No Pekerja 130232

Kepala Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Matendro D.E.S. S.Pd., M.T.

NIP. 199403092019031013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN SKRIPSI

ANALISA KEBOCORAN *ELBOW LEAN AMINE PIPE H1-K24-24-BM8B*
DAN *H1-K24-30-BM4B* DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*
(FTA) BERDASARKAN API RP 571

Oleh :

Rizqy Yuliah

NIM. 2102322017

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 15 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Radhi Maladzi, S.T. NIP. 199307282024061001	Ketua		15 Juli 2025
2.	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Anggota		15 Juli 2025
3.	Ir. Arash Ilhan Utama, S.T. No. Pek 134579	Anggota		15 Juli 2025

Bontang, 15 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin S.T., M.T., IWE

NIP. 197707142008121005

**HALAMAN
PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizqy Yuliah

NIM 2102322017

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya



Bontang, 15 Juli 2025



Rizqy Yuliah

NIM. 2102322017



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISA KEBOCORAN ELBOW LEAN AMINE PIPE H1-K24-24-BM8B DAN H1-K24-30-BM4B DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) BERDASARKAN API RP 571

Rizqy Yuliah¹⁾, Muslimin¹⁾, Hanung Andriyanto²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²⁾PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur, 75324

Email: ciiciivy.id2@gmail.com

ABSTRAK

PT Badak NGL merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengolahan gas alam menjadi LNG yang melalui serangkaian proses pemurnian dan pencairan. Salah satu tahapan penting ialah proses penghilangan gas asam (*acid gas removal*) dengan menggunakan larutan amine (aMDEA). Pada sistem perpipaan *amine regeneration service*, khususnya di elbow pipa H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B yang menghubungkan *amine regenerator* dan *amine regenerator reboiler*, telah terjadi kebocoran yang sebelumnya belum pernah terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi mekanisme kerusakan yang menyebabkan kebocoran serta merumuskan strategi mitigasi yang tepat. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus dan *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai alat analisis utama yang mengacu pada standar API RP 571. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, studi literatur, dan pengumpulan data operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme kerusakan yang menjadi penyebab utama kebocoran adalah *Amine Stress Corrosion Cracking* (*Amine SCC*), yang dipicu oleh kombinasi penurunan kualitas amine (*strength amine*), akumulasi impurities, fenomena *thermal cycling* saat *start-up* dan *shutdown*, serta konsentrasi tegangan pada area *elbow*. Strategi mitigasi yang direkomendasikan mencakup pengendalian kualitas *amine* secara berkala, pengendalian *thermal cycling*, serta penerapan inspeksi berkala dengan *Risk-Based Inspection* (RBI).

Kata kunci: *Lean Amine, Amine Stress Corrosion Cracking, API RP 571, Fault Tree Analysis, Kebocoran Elbow*

ABSTRACT

PT Badak NGL is a company engaged in the processing of natural gas into LNG through a series of purification and liquefaction stages. One critical stage is the acid gas removal process using an amine solution (aMDEA). In the amine regeneration service piping system, specifically at the elbows of pipes H1-K24-24-BM8B and H1-K24-30-BM4B connecting the amine regenerator and amine regenerator reboiler, a leakage incident occurred that had not previously been observed. This study aims to identify the damage mechanism responsible for the leakage and to formulate appropriate mitigation strategies. The research uses a qualitative case study approach, with Fault Tree Analysis (FTA) as the primary analytical tool, referring to the API RP 571 standard. Data were obtained through field observation, interviews, literature review, and operational data collection. The results indicate that the main damage mechanism causing the leakage is Amine Stress Corrosion



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Cracking (Amine SCC), triggered by a combination of decreased amine quality (strength amine), accumulation of impurities, thermal cycling during start-up and shutdown operations, and stress concentration in the elbow area. The recommended mitigation strategies include routine amine quality control, management of thermal cycling, and implementation of periodic inspections using Risk-Based Inspection (RBI).

Keywords: *Lean Amine, Amine Stress Corrosion Cracking, API RP 571, Fault Tree Analysis, Elbow Leakage.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisa Kebocoran Elbow Lean Amine Pipe H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan API RP 571” dengan cukup baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta serta untuk mengimplementasikan ilmu yang sudah didapatkan selama perkuliahan agar lebih bermanfaat bagi semua pihak.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Anas Malik Abdillah, selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Hanung Andriyanto, selaku Ketua Jurusan Mekanikal & Rotating LNG Academy dan dosen pembimbing industry.
4. Bapak Ghanistra Yudha Pradhana, selaku dosen pembimbing industri.
5. Bapak, dan Ibu pekerja PT Badak NGL dan mitra pekerja yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dan memberikan bantuan data untuk pengolahan data.
6. Orangtua dan keluarga besar penulis atas kasih sayang, perhatian, do`a yang selalu menyertai, dan dukungan yang selalu diberikan selama ini.
7. Teman-teman LNG Academy Angkatan 11 yang telah memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran pelaksanaan magang.
8. Semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan skripsi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan, baik dalam penyusunan maupun penulisannya. Penulis memohon maaf apabila selama merancang skripsi Penulis melakukan hal yang kurang berkenan, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Meskipun sudah berusaha semaksimal mungkin untuk mengerjakan skripsi ini, Penulis terbuka dengan berbagai kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak agar laporan ini menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Depok, 6 Agustus 2018

Rizqy Yuliah
Nim. 2102322017



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Pipa.....	6
2.1.1.1 Sambungan (Fittings).....	7
2.1.2 CO ₂ dan H ₂ S Removal Unit.....	10
2.1.2.1 Absorpsi.....	12
2.1.2.2 Amine Regeneration.....	13



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.3	Damage Mechanism.....	14
2.1.3.1	Korosi.....	14
2.1.3.2	Amine Stress Corrosion Cracking (Amine SCC).....	15
2.1.3.3	Erosi	16
2.1.3.4	Titanium Hydriding.....	17
2.1.3.5	Wet H ₂ S Damage.....	18
2.1.3.6	Amine Corrosion.....	19
2.1.3.7	Ammonium Bisulfide Corrosion.....	19
2.2	Kajian Literatur	20
2.3	Kerangka Pemikiran.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....		26
3.1	Jenis Penelitian.....	26
3.2	Objek Penelitian	28
3.3	Metode Pengambilan Sampel.....	28
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	29
3.5	Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	30
3.6	Metode Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	<i>Key to Damage Mechanisms Amine Treating</i>	34
4.2	Hasil Inspeksi Elbow Pipa H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B 34	
4.3	Damage Mechanism.....	35
4.3.1	<i>Titanium Hydriding</i>	35
4.3.2	<i>Amine Corrosion</i>	36
4.3.3	<i>Amine Stress Corrosion Cracking (SCC)</i>	37
4.3.4	<i>Errosion/Errosion-Corrosion</i>	38



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.5	<i>Wet H₂S Damage</i>	39
4.3.6	<i>Ammonium Bisulfide Corrosion</i>	39
4.4	Pembuatan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	40
4.5	Hasil Analisa	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		45





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fitting elbow 45°, 90° dan 180°	8
Gambar 2. 2 Fittings Straight Tee dan Reducing Tee.....	8
Gambar 2. 3 Fitting Concentric Reducer dan Eccentric Reducer	9
Gambar 2. 4 Fitting Stup-In	9
Gambar 2. 5 Fitting Cap.....	10
Gambar 2. 6 Icing Pada Pipa.....	11
Gambar 2. 7 Process Flow Diagram CO ₂ Absorption and Regeneration	12
Gambar 2. 8 Process Flow Diagram Amine Regeneration	14
Gambar 2. 9 Reaksi Korosi	15
Gambar 2. 10 Amine SCC sekitar Sambungan Las Pipa	16
Gambar 2. 11 Erosi Pada Elbow	17
Gambar 2. 12 Mikroskopis Titanium Hydriding.....	18
Gambar 2. 13 Amine Corrosion pada Carbon Steel.....	19
Gambar 2. 14 Ammonium Bisulfide Corrosion pada Elbow Carbon Steel	20
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 Key to Damage Mechanism API 571	34
Gambar 4. 2 Cracking pada Elbow Pipa (a) Outside Pipa (b) Inside Pipa.....	35
Gambar 4. 3 Titanium Hydriding	36
Gambar 4. 4 Amine Corrosion	37
Gambar 4. 5 Amine Stress Corrosion Cracking	38
Gambar 4. 6 Erosion/Errosion-Corrosion.....	38
Gambar 4. 7 FTA Wet H ₂ S Damage.....	39
Gambar 4. 8 Ammonium Bisulfide Corrosion	40
Gambar 4. 9 Fault Tree Analysis (FTA).....	34

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis Wet H ₂ S Damage.....	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Elbow Pipa.....	28
Tabel 3. 2 Istilah pada Metode Fault Tree Analysis	32
Tabel 3. 3 Simbol pada Fault Tree Analysis.....	33
Tabel 4. 1 Persentase Strength Amine.....	35
Tabel 4. 2 Analytical Report of Amine.....	35
Tabel 4. 3 Suhu Amina (Output 1C-5)	36
Tabel 4. 4 Impurities Information	36





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Badak NGL merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan gas alam menjadi LNG (*Liquefied Natural Gas*). LNG memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi dunia. LNG dihasilkan melalui proses pencairan gas alam pada suhu sangat rendah (sekitar -162°C) dan pada tekanan atmosfer. Proses produksi LNG sendiri melewati banyak tahapan dimulai dari KOD dan dilanjutkan melalui proses tiap plant yang meliputi proses gas *purification* (CO_2 Removal), *Dehydration & Hg Removal*, *Fractination*, *Liquefaction* dan *Storage and Loading*.

Dalam proses produksi LNG, penghilangan gas asam (*sour gas*) seperti CO_2 dan H_2S merupakan tahap yang sangat penting. Karena gas CO_2 akan membeku pada temperatur LNG yang rendah dan akan mengakibatkan kebuntuan dalam proses pencairan dalam feed gas tube di *Main Heat Exchanger*, sedangkan H_2S akan membentuk korosi jika bereaksi dengan logam. *Sweetening gas* juga dilakukan untuk meningkatkan nilai kalor gas alam, dan untuk memenuhi standar kualitas dan regulasi. Proses pembersihan CO_2 ini dilakukan didalam menara absorber 1C-2 menggunakan salah satu metode yaitu dengan absorber kimia yang melibatkan penggunaan larutan *amine* untuk mengikat dan menyerap *sour gas* tersebut. *Amine* absorben yang digunakan ialah aMDEA yang memiliki efisiensi yang tinggi dalam menyerap CO_2 hingga menurunkan kadarnya mencapai dibawah 50 ppm dan H_2S . Setelah proses *sweetening gas* yang terjadi di 1C-2, *rich amine* (larutan amine yang telah bereaksi dan mengandung gas CO_2 dan H_2S) akan dimurnikan kembali dengan pemanasan ulang dan penurunan tekanan dalam menara 1C-5. Larutan *rich amine* yang telah diregenerasi menjadi *lean amine* akan digunakan kembali untuk proses *sweetening gas* pada 1C-2.

Pada sistem perpipaan yang dilalui oleh lean amine yang telah dimurnikan kembali (1C-5) terdapat sejumlah tantangan operasional, terutama pada area belokan (elbow). Salah satunya ialah kebocoran pipa, yang dapat menyebabkan gangguan operasional seperti penghentian operasi secara mendadak, risiko keselamatan akibat kontak bahan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kimia dengan lingkungan, dan kerugian ekonomi yang besar. Area belokan pipa (*elbow*) sering menjadi lokasi kritis karena memiliki karakteristik aliran yang unik seperti tingginya tekanan, perubahan arah aliran dan turbulensi aliran yang meningkatkan risiko kerusakan. Faktanya, sifat kimia dari amine MDEA yang higroskopis yang berinteraksi dengan sour gas dapat mempercepat laju korosi, terutama pada *elbow* yang mengalami konsentrasi tegangan yang tinggi (Novenanto, 2018).

Telah terjadi kebocoran pada belokan pipa (*elbow*) pada line pipe H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B dan belum diketahui penyebabnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis mendalam terhadap penyebab kebocoran dengan menggunakan metode *faullt tree analysis* (FTA) pada lean amine pipe elbow serta upaya pencegahannya menjadi sangat penting dalam mendukung operasi LNG yang aman dan efisien. Upaya ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem, meminimalkan risiko, dan memastikan keberlanjutan operasi dalam industri LNG.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, kebocoran pada elbow pipa lean amine dalam sistem pemrosesan gas ini dapat membahayakan keselamatan operasi dan mengganggu kontinuitas produksi. Kebocoran ini belum pernah terjadi sebelumnya, sehingga penyebab pasti dari kebocoran belum diketahui. Hal ini menunjukkan perlunya identifikasi mekanisme kerusakan (*damage mechanism*) yang terjadi dan menentukan langkah mitigasi yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh terhadap penyebab kebocoran yang mengacu pada API RP 571 dan memberikan rekomendasi pencegahan di masa mendatang.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, pernyataan penelitian yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Apa mekanisme kerusakan yang menjadi penyebab kebocoran pada *elbow lean amine pipe* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Apa saja faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kebocoran pada *elbow pipa lean amine* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B?
3. Strategi pencegahan apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko kebocoran pada *elbow pipa lean amine*?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada *line* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B dan tidak meluas pada *amine system* lainnya.
2. Faktor penyebab kebocoran pada H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B yang dianalisis terbatas pada *damage mechanism* berdasarkan API RP 571.
3. Strategi mitigasi yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis dan tidak mencakup implementasi secara langsung di lapangan.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis mekanisme kerusakan yang menjadi penyebab kebocoran pada *elbow lean amine pipe* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B.
2. Menganalisis faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kebocoran pada *elbow lean amine pipe* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B.
3. Merumuskan strategi mitigasi untuk mencegah kebocoran dan meningkatkan keandalan sistem perpipaan.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Memahami mekanisme kerusakan yang menjadi penyebab kebocoran pada *elbow lean amine pipe* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B.
2. Memahami faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kebocoran pada *elbow lean amine pipe* H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B.



3. Dapat dijadikan referensi mengenai mitigasi kerusakan pada sistem perpipaan khususnya pada pipa *lean amine*.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika dari penulisan skripsi ini sebagai berikut :

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan hasil penelitian.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut. Serta, kerangka pemikiran dan pengembangan hipotesis sebagai dasar awal dalam perancangan penelitian.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metodologi yaitu jenis metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian. Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai objek penelitian, metode pengambilan dan pengumpulan data sampel penelitian, teknik analisis atau teknis perancangan laporan penelitian yang akan dituangkan dalam laporan akhir skripsi.

d. BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan analisis dari hasil yang telah diperoleh.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan hasil analisis dan saran untuk menyajikan solusi yang muncul dalam penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Mekanisme kerusakan yang teridentifikasi sebagai penyebab utama kebocoran pada elbow lean amine pipe adalah Amine Stress Corrosion Cracking (Amine SCC) didukung dengan adanya retakan melintang pada sambungan las yang terdeteksi melalui inspeksi mendukung indikasi terjadinya SCC.
2. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap munculnya Amine SCC meliputi penurunan kualitas larutan amine (strength amine) serta adanya impurities yang terkandung dalam amine yang memicu sifat korosif, terjadinya thermal cycling akibat transisi suhu berulang saat start-up dan shutdown yang meningkatkan tegangan siklik pada sambungan las, diimbangi dengan karakteristik aliran pada bagian elbow yang meningkatkan konsentrasi tegangan lokal.
3. Strategi mitigasi untuk mencegah kegagalan serupa di masa depan perlu mencakup pengendalian kualitas fluida amine, pengendalian thermal cycling, dan inspeksi berkala berbasis risiko (Risk-Based Inspection).

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan penelitian ini dan ruang lingkup yang telah ditetapkan, penulis menyarankan beberapa hal berikut untuk penelitian selanjutnya :

1. Diharapkan dapat melakukan analisis mikrostruktur atau metalografi pada area retak untuk mengidentifikasi mekanisme kerusakan dengan bukti metalurgi yang kuat.
2. Disarankan melakukan studi komparatif terkait pemilihan material alternatif atau desain elbow yang lebih tahan terhadap SCC, sehingga dapat dijadikan pertimbangan perbaikan desain di masa mendatang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, L., & Adiwibowo, P. H. (2019). *EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK PRESSURE DROP PADA SAMBUNGAN T (TEE) UNTUK POSISI FRONTAL DENGAN VARIASI KEMIRINGAN UNTUK SISTEM PERPIPAAN*.
- API 581. (2008). *Risk-Based Inspection Technology API RECOMMENDED PRACTICE 581 SECOND EDITION, SEPTEMBER 2008 from IHS*.
- API RP 571. (2020). *API RP 571*.
- API RP 941. (2016). *Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants*.
- ASME B31.4. (2002). *ASME B31.4: Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids*.
- Azwar Yunus. (2019). *KOROSI LOGAM DAN PENGENDALIANNYA; ARTIKEL REVIEW*.
- Chairul Rizqi Akmal, A., Yuwono, B., & Ilham Utama, A. (2024). *Prosiding A Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta (2024), p809-p817 Analisis Kegagalan Pada Nose Tube Boiler Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA)*. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Corrosion Material. (2019). *Alloy 20*. www.corrosionmaterials.com
- Dr. Yudin Citriadin, M. P. (2020). *METODE PENELITIAN KUALITATIF*.
- Fadlih, A., & Megawati, E. (2020). *ANALISA PENGARUH KONSENTRASI aMDEA TERHADAP PENYERAPAN GAS KARBON DIOKSIDA (CO₂)*.
- Fatimura, M., Fitriyanti, R., Masriatini, R., Universitas, D., & Palembang, P. (2018). *PENANGANAN GAS ASAM (SOUR GAS) YANG TERKANDUNG DALAM*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

GAS ALAM MENJADI SWEETENING GAS. In *Muhrinsyah Fatimura* (Vol. 3, Issue 2).

Fauziah, S. (2023). ANALISIS PENYEBAB TRIP GAS TURBINE GENERATOR MENGGUNAKAN METODE FTA DI PT. PERTAMINA EP DOGGI MATINDOK. *Jambura Industrial Review*, 3(2). <https://doi.org/10.37905/jirev.3.2.26-35>

Hamami, A. A., Daniel Rosyid, I. M., & Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan, D. (2019). *MANAJEMEN RISIKO KERUSAKAN PIPA BAWAH LAUT DI BALIKPAPAN DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS DAN HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS*.

Hardiansah, Sukmono, Y., & Widyarini Saptaningtyas, W. (2023). *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus: Bengkel Dinamis)* (Vol. 1, Issue 1).

Hidayat, A. A., Kholil, M., Hendri, & Suhaeri. (2018). The Implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Methods to Improve the Quality of Jumbo Roll Products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 453(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012019>

Hirmileni, R. (2021). *Sambungan Pipa*.

Jati, A. D. (2020). *DESAIN PLANTWIDE CONTROL PADA PLANT CO₂ GAS ABSORPTION AND REGENERATION UNTUK PROSES PENGOLAHAN GAS*.

Junaidi, M. (2017). *Analisis Kegagalan Pada Elbow Sistem Perpipaan F1K151-18"-BM4B Menuju F1E-9s (Lean Amine Precooler)*.

Krzemień, A., Wieckol-Ryk, A., Smoliński, A., Koterias, A., & Wieclaw-Solny, L. (2017). Assessing the risk of corrosion in amine-based CO₂ capture process. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43, 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.05.020>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lee, J.-H., Hwang, S., & Kim, S. (2017). Safety Assessment of LNG Transferring System subjected to gas leakage using FMEA and FTA. *Journal of Advanced Research in Ocean Engineering*, 3(3), 125–135. <https://doi.org/10.5574/JAROE.2017.3.3.125>

Listiyana, N. I. (2018). *ABSORPSI DAN DESORPSI GAS CO2 SECARA SIMULTAN MENGGUNAKAN KONTAKTOR MEMBRAN HOLLOW FIBER POLIPROPILENA DENGAN VARIASI PELARUT AMIN TERAKTIVASI*.

Marsudi, S. (2021). ANALISA RESIKO KEGAGALAN SISTEM BOILER DENGAN MENGGUNAKAN FAULT TREE ANALYSIS. In *SENSISTEK* (Vol. 4, Issue 1).

NACE, ISO, & ANSI. (2009). *Petroleum and natural gas industries : materials for use in H2S-containing environments in oil and gas production = Industries du pétrole et du gaz naturel - Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H2S) dans la production de pétrole et de gaz*. NACE.

Nofri, M., & Fardiansyah, A. (2018). *ANALISIS SIFAT MEKANIK PIPA CARBON STEEL GRADE A A106 DAN GRADE B A53 UNTUK PROSES PRODUKSI PADA KILANG LNG* (Vol. 14).

Novenanto, J. (2018). *PABRIK CNG (COMPRESS NATURAL GAS) DARI GAS ALAM DI SUBANG, JAWA BARAT*.

Panahi, H., Eslami, A., Golozar, M. A., & Ashrafi Laleh, A. (2020). An investigation on corrosion failure of a shell-and-tube heat exchanger in a natural gas treating plant. *Engineering Failure Analysis*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104918>

Peeters, J. F. W., Basten, R. J. I., & Tinga, T. (2018). Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner. *Reliability Engineering and System Safety*, 172, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.11.024>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Prayoga, S., & Witantyo. (2017). *Analisa Kegagalan Pipa Udara A312 Tipe 304H pada Line A-1011-14” (25P2J) Unit Amonia PT. Petrokimia Gresik.*

PT Badak NGL. (2025). *This document belongs to Badak LNG and must not be reproduced without the formal authorization of the company.*

Purba, E., & Nia Rehmalem Barutu, C. (2021). CO₂ Gas Absorption in Biogas Using Absorber Bubble Column with Variation of NaOH Absorbent Concentration and Sparger Forms. *Universitas Lampung Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro Telp, 10(1), 701609.* <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>

Putri, A. (2025). *ANALISIS PERBANDINGAN DESAINN, MATERIAL DAN KINERJA STEAM GENERATOR MODEL HELIX DAN MODEL SHELL&TUBE REAKTOR NUKLIR.*

Rahayu, S. (2023). *ANALISIS RISIKO KEBOCORAN OFFSHORE PIPELINE.*

Saputra, E., & Hastuti, K. (2021). STRESS CORROSION CRACKING OF AISI 304 WITH VARIATION OF WEIGHT USING OCEAN’S WATER AS MEDIA (ANALISA KOROSI RETAK TEGANG MATERIAL AISI 304 DENGAN VARIASI PEMBEBANAN PADA MEDIA AIR LAUT). *Journal of Renewable Energy & Mechanics (REM) E-ISSN, 04(01), 2714–621.* [https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4\(01\).4948](https://doi.org/10.25299/rem.2021.vol4(01).4948)

Shafiee, M., Enjema, E., & Kolios, A. (2019). An integrated FTA-FMEA model for risk analysis of engineering systems: A case study of subsea blowout preventers. *Applied Sciences (Switzerland), 9(6).* <https://doi.org/10.3390/app9061192>

Shi, Z., Lv, J., Zhipeng, E., Wei, P., Gu, Y., Li, Y., Song, W., Yan, Y., Wei, L., & Hu, J. (2022). Numerical Simulation of Acid Gas Distribution and Corrosion Characteristics in Connecting Pipe of Lean/Rich Amine Heat Exchanger. *Coatings, 12(10).* <https://doi.org/10.3390/coatings12101460>

Suharja. (2018). *Sistem Perpipaan.*

Wikar Hapsoro, P., & Badak NGL, P. (2017). *SPE-186287-MS Stress Corrosion Cracking on an Insulated Austenitic Stainless Steel Pressure Vessel*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

1. Nama : Rizqy Yuliah
2. NIM : 2102322017
3. Tempat, Tanggal Lahir : Balikpapan, 12 Juli 2003
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Alamat : JL. Terompet 3 RT.24 NO.14, Bontang Baru, Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur
6. Email : ciiciyy.id2@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2009 – 2015) : SDN 009 Balikpapan Barat
 - SMP (2015 – 2018) : SMP Negeri 1 Bontang
 - SMA (2018 – 2021) : SMA Negeri 1 Bontang
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Mechanical Rotating
10. Topik Tugas Akhir : Analisa Kebocoran Elbow Lean Amine Pipe H1-K24-24-BM8B dan H1-K24-30-BM4B Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Berdasarkan API

571