



© 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

## LAPORAN SKRIPSI



**Badak LNG**

**PNJ – PT BADAK NGL**

# **ANALISIS KEGAGALAN PIPA PADA *DISCHARGE* POMPA AMINE E1G-1A DI PT BADAK NGL**

**Pengusul:**

**Muhammad Raihan Alfirdaus**

**| NIM. 2102322006**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL**

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Badak LNG**

**PNJ - PT BADAK NGL**

**ANALISIS KEGAGALAN PIPA PADA *DISCHARGE* POMPA  
AMINE DI PT BADAK NGL**

**SKRIPSI**

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

**Pengusul:**

**Muhammad Raihan Alfirdaus**

**NIM. 2102322006**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM KERJASAMA PNJ – PT BADAK NGL**

**JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI  
KONSENTRASI MECHANICAL & ROTATING**

**BONTANG, 2025**



**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

### SKRIPSI

#### ANALISIS KEGAGALAN PIPA PADA *DISCHARGE* POMPA *AMINE* DI PT BADAK NGL

Oleh:

**Muhammad Raihan Alfirdaus**

**NIM. 2102322006**

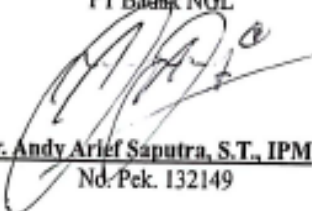
**Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi**

Skripsi telah disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi  
Politeknik Negeri Jakarta

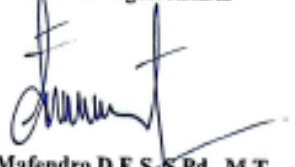
  
Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T.  
NIP. 199403092019031013

Pembimbing Skripsi  
PT Badak NGL

  
Ir. Andy Arief Saputra, S.T., IPM  
No. Pek. 132149

Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi  
Energi

Politeknik Negeri Jakarta

  
Yuli Mafendro 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

### SKRIPSI

#### ANALISIS KEGAGALAN PIPA PADA DISCHARGE POMPA

#### AMINE DI PT BADAK NGL

Oleh:

Muhammad Raihan Alfirdaus

NIM. 2102322006

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 14 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

| No. | Nama                                                         | Posisi Penguji | Tanda Tangan | Tanggal      |
|-----|--------------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| 1   | Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T.<br>NIP. 199403092019031013 | Ketua Penguji  |              | 14 Juli 2025 |
| 2   | Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.<br>NIP. 197512222008121003   | Penguji 1      |              | 14 Juli 2025 |
| 3   | Irwin Maulana<br>No. Pek. 134554                             | Penguji 2      |              | 14 Juli 2025 |

Bontang, 14 Juli 2025

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197707142008121005



**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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Raihan Alfirdaus  
NIM : 2102322006  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 14 Juli 2025

  
**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Muhammad Raihan Alfirdaus  
NIM. 2102322006



**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

## ANALISIS KEGAGALAN PIPA PADA DISCHARGE POMPA *AMINE* E1G-1A DI PT BADAK NGL

Muhammad Raihan Alfirdaus<sup>(1)</sup>, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra<sup>(1)</sup>,  
Andy Arief Saputra<sup>(2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi,  
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

<sup>2)</sup> PT Badak NGL

Email : muhammad.raihan.alfirdaus.tm21@mhswn.pnj.ac.id

### ABSTRAK

PT Badak NGL merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi *Liquefied Natural Gas* (LNG) dan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Dalam proses pemurnian gas, khususnya penghilangan kontaminan berupa gas asam, perusahaan ini menggunakan larutan amina sebagai media penyerap. Salah satu pipa yang berfungsi untuk mengalirkan larutan amina mengalami kegagalan berupa *rupture*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kegagalan pipa tersebut dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA), yang didukung oleh data instrumentasi saat kejadian serta hasil inspeksi visual. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa pipa mengalami kelebihan aliran sebesar 780 m<sup>3</sup>/jam, melebihi batas operasional yang diizinkan, yang dipicu oleh kerusakan pada komponen *worm gear* pada turbin penggerak pompa. Selain itu, hasil inspeksi visual menunjukkan adanya indikasi erosi pada permukaan bagian dalam pipa yang disebabkan oleh tingginya konsentrasi besi (Fe) melebihi 10 ppm. Erosi ini diperkirakan diakibatkan oleh partikel abrasif yang berasal dari produk korosi peralatan di fasilitas pemrosesan.

Kata Kunci: Erosi, Korosi, Aliran Berlebih



**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

**ABSTRACT**

PT Badak NGL is a company engaged in the production of Liquefied Natural Gas (LNG) and Liquefied Petroleum Gas (LPG). In the gas purification process, particularly in the removal of acid gas contaminants, the company utilizes an amine solution as the absorbing medium. One of the pipelines used to transport the amine solution experienced a failure in the form of a rupture. This study aims to analyze the root cause of the pipeline failure using the Fault Tree Analysis (FTA) method, supported by instrumentation data at the time of the incident and visual inspection results. Based on the analysis, it was found that the pipeline was subjected to an excessive flow rate of 780 m<sup>3</sup>/h, which exceeded the allowable operational limit, triggered by damage to the worm gear component of the turbine driving the pump. Additionally, visual inspection revealed signs of erosion on the internal surface of the pipe, which was associated with an elevated iron (Fe) concentration exceeding 10 ppm. This erosion is presumed to have been caused by abrasive particles originating from corrosion products of equipment within the processing facility.

Keyword: *Erosion, Corrosion, Overflow*

**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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Kegagalan Pipa Pada Discharge Pompa *Amine* E1G-1A di PT Badak NGL”** tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dapat terselesaikannya laporan magang ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, M.T., IWE. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Anas Malik Abdillah selaku Direktur LNG Academy beserta jajaran pengurus LNG Academy periode 2024 – 2027.
3. Bapak Johan Anindito Indriawan selaku Direktur LNG Academy periode 2021 – 2024 beserta jajaran pengurus LNG Academy periode 2021 – 2024.
4. Bapak Yuli Mafendro D.E.S, S.Pd., M.T. selaku Pembimbing 1 Skripsi dari Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Andy Arief Saputra selaku Pembimbing 2 Skripsi dari PT Badak NGL.
6. Pihak PT Badak NGL dan segenap Sivitas Akademika LNG Academy yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberi dukungan dan doa.
8. Rekan-rekan mahasiswa LNG Academy Angkatan 11 yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama kegiatan perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini.



## © 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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas masukan, kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini menjadi lebih baik dari sebelumnya. Demikian skripsi ini penulis buat, semoga dapat memberikan manfaat kepada semua pihak.

Bontang, 14 Juli 2025

Muhammad Raihan Alfirdaus  
NIM. 2102322006





**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

**DAFTAR ISI**

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>            | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>              | <b>iv</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b> | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                        | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>                        | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                  | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                   | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                   | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>               | <b>42</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                    | 42          |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                    | 43          |
| 1.3 Pertanyaan Penelitian.....              | 43          |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                 | 43          |
| 1.5 Batasan Masalah .....                   | 43          |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....                | 43          |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....             | 43          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>         | <b>45</b>   |
| 2.1 Landasan Teori.....                     | 45          |
| 2.1.1 Fluida .....                          | 45          |
| 2.1.2 <i>Heat Stable Salt</i> .....         | 46          |
| 2.1.2 Inspeksi .....                        | 46          |
| 2.1.3 Pipa.....                             | 48          |
| 2.1.4 Pompa .....                           | 49          |
| 2.1.5 Turbin Uap .....                      | 51          |



**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

|                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|
| 2.1.6 <i>CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S Removal Unit</i> ..... | 53     |
| 2.1.5 Tangki .....                                                | 53     |
| 2.1.6 <i>Fault Tree Analysis</i> .....                            | 55     |
| 2.1.7 <i>Damage Mechanism Amine Treating Unit</i> .....           | 56     |
| 2.1.8 Jenis <i>Fracture</i> .....                                 | 59     |
| 2.1.9 <i>SHEQ Investigation System</i> .....                      | 65     |
| 2.2 Kajian Literatur .....                                        | 66     |
| 2.3 Kerangka Pemikiran.....                                       | 73     |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                            | 74     |
| 3.1 Jenis Penelitian .....                                        | 74     |
| 3.2 Objek Penelitian .....                                        | 74     |
| 3.3 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....                         | 76     |
| 3.4 Metode Pengumpulan Data Penelitian.....                       | 77     |
| 3.5 Metode Analisis Data .....                                    | 77     |
| 3.5.1 Penentuan <i>Damage Mechanism</i> Berdasarkan API 571 ..... | Error! |
| Bookmark not defined.                                             |        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                          | 81     |
| 4.1 <i>Fault Tree Analysis</i> .....                              | 81     |
| 4.1.1 Developed Event.....                                        | 83     |
| 4.1.2 Undeveloped Event.....                                      | 93     |
| 4.3 Mitigasi .....                                                | 96     |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                           | 98     |
| 5.1 Kesimpulan .....                                              | 98     |
| 5.2 Saran.....                                                    | 98     |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                       | 99     |



**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..... | 107 |
|---------------|-----|

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                               |                                     |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Gambar 2. 1 Reaksi aMDEA dan CO <sub>2</sub> .....            | 46                                  |
| Gambar 2. 2 Reaksi Protonasi Amine .....                      | 46                                  |
| Gambar 2. 3 Worm Wheel/Gear.....                              | 52                                  |
| Gambar 2. 4 <i>Key to Damage Mechanism</i> .....              | 57                                  |
| Gambar 2. 5 Reaksi Kimia H <sub>2</sub> S.....                | 57                                  |
| Gambar 2. 6 Reaksi NH <sub>3</sub> dan H <sub>2</sub> S ..... | 58                                  |
| Gambar 2. 7 Bentuk Patahan Ulet.....                          | 60                                  |
| Gambar 2. 8 Stress Strain Behavior to Ductile Fracture.....   | 61                                  |
| Gambar 2. 9 Stress Strain Behavior to Brittle Fracture .....  | 62                                  |
| Gambar 2. 10 Brittle Fracture .....                           | 62                                  |
| Gambar 2. 11 Profil Patahan .....                             | 63                                  |
| Gambar 2. 12 Threshold Temperature for Creep .....            | 64                                  |
| Gambar 2. 13 Profil Pipa Creep .....                          | 65                                  |
| Gambar 2. 14 Tahapan Penelitian .....                         | 73                                  |
| Gambar 3. 1 Isometric Line .....                              | 75                                  |
| Gambar 3. 2 Pipe Rupture.....                                 | 75                                  |
| Gambar 3. 3 Komposisi Material.....                           | 76                                  |
| Gambar 3. 4 Alur Penelitian.....                              | 78                                  |
| Gambar 3. 5 Faktor Kegagalan Pipa Amine ...                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4. 1 Fault Tree Analysis Pipe Rupture.....             | 81                                  |
| Gambar 4. 2 Fault Tree Analysis Thinning .....                | 82                                  |
| Gambar 4. 3 Fault Tree Analysis Korosi Pada Peralatan .....   | 83                                  |
| Gambar 4. 4 <i>Flow vs Pressure</i> .....                     | 84                                  |
| Gambar 4. 5 <i>Tren Level vs Flow</i> .....                   | 85                                  |
| Gambar 4. 6 <i>Profil</i> erosi pada pipa .....               | 86                                  |
| Gambar 4. 7 <i>Tren Velocity</i> .....                        | 87                                  |
| Gambar 4. 8 Worm Gear .....                                   | 88                                  |



## © 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

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 9 <i>Tren Iron IG-1</i> .....                    | 89 |
| Gambar 4. 10 <i>Tren Strength Amine</i> .....              | 90 |
| Gambar 4. 11 <i>Tren Piperazine</i> .....                  | 91 |
| Gambar 4. 12 <i>Tren Running Hours 1G-2</i> .....          | 91 |
| Gambar 4. 13 Suhu Reboiler.....                            | 93 |
| Gambar 4. 14 Level Knock Out Drum.....                     | 95 |
| Gambar 4. 15 <i>Tren CO<sub>2</sub> Content 1C-4</i> ..... | 95 |
| Gambar 4. 16 pH Kation Outlet.....                         | 96 |
| Gambar 4. 17 pH Anion Outlet .....                         | 96 |





**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 Pump Operating Condition .....   | 50 |
| Tabel 2. 2 Spesifikasi Pompa 1G-4 .....     | 50 |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi Pompa 1G-2 .....     | 51 |
| Tabel 2. 4 Operating Condition 1GT-1A ..... | 53 |
| Tabel 2. 5 Spesifikasi 1D-1 .....           | 55 |
| Tabel 2. 6 Simbol Fault Tree Analysis ..... | 55 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Pipa .....           | 76 |

**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

*Plant 1* merupakan unit pemurnian yang berfungsi untuk membersihkan *feed gas* dari CO<sub>2</sub> (maksimum 50 PPM) dan H<sub>2</sub>S (maksimum 4 PPM) sehingga *feed gas* dapat diproses lebih lanjut. Setelah keluar dari *plant 1*, *feed gas* sudah bebas dari kandungan gas CO<sub>2</sub> karena gas CO<sub>2</sub> tersebut akan membeku pada suhu LNG, yang dapat mengakibatkan kebuntuan dalam proses pencairan di dalam tabung-tabung *Main Heat Exchanger 5E-1*. Pembersihan CO<sub>2</sub> dalam *feed gas* menggunakan larutan *amine* MDEA dilakukan di menara *absorber 1C-2*. *Lean amine* yang berasal dari 1C-5 (*Amine Regenerator*) terlebih dahulu dialirkan melalui pompa 1G-1 menuju 1C-2. Di menara *absorber 1C-2*, *lean amine* digunakan untuk menghilangkan kandungan CO<sub>2</sub> pada *feed gas* melalui proses absorpsi. Proses absorpsi ini melibatkan penyerapan gas CO<sub>2</sub> oleh *lean amine* di dalam menara *absorber*. Dasar proses penyerapan gas CO<sub>2</sub> oleh larutan *amine* adalah adanya reaksi kimia antara gas CO<sub>2</sub> dan *amine* pada suhu udara luar dengan tekanan yang cukup tinggi. Selanjutnya, larutan *amine* yang telah mengandung gas CO<sub>2</sub> dapat dimurnikan kembali dengan cara pemanasan dan penurunan tekanan dalam menara 1C-5. Dengan fungsi yang sedemikian rupa, sistem perpipaan di *plant 1* memiliki potensi terjadinya korosi (PT BADA K NGL, 2024).

Berdasarkan laporan inspeksi pada tanggal 7 Desember 2024, ditemukan adanya penipisan (*thinning*) pada pipa *discharge* pompa *amine E1G-1A* (*name tag*: E1-K-92-12"BA2H Amine to 1C-2) yang disertai dengan profil erosi berbentuk spiral. Kegagalan pada pipa ini menyebabkan penurunan produksi LNG serta terjadinya pelepasan fluida *amine* ke lingkungan. Fluida *amine* bersifat asam, sehingga menimbulkan risiko lingkungan yang tidak aman untuk aktivitas kerja, iritasi kulit bagi pekerja yang terpapar, paparan uap berbahaya akibat kandungan CO<sub>2</sub> yang masih terdapat dalam fluida, serta potensi korosi pada struktur di sekitar area kebocoran. Untuk mencegah terulangnya insiden serupa, dilakukan analisis

**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

terhadap pipa *discharge* pompa E1G-1A menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) guna mengidentifikasi akar penyebab kegagalan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Mengetahui penyebab kerusakan pipa *discharge* pada pompa *amine* E1G-1A

### 1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

Apa penyebab kerusakan pipa E1-K-92-12"BA2H Amine to 1C-2?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

#### A. Tujuan Umum

1. Tujuan umum penelitian ini adalah memberikan rekomendasi tindakan mitigasi dari kasus kebocoran pipa pada *discharge* pompa *amine* E1G-1A.

#### B. Tujuan Khusus

1. Memberikan informasi penyebab terjadinya kegagalan pipa pada *discharge* pompa *amine* E1G-1A.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini merujuk pada *recommended practice* API 571.
2. Hanya berfokus pada pipa E1-K-92-12"BA2H *Plant* 1 Train E PT Badak NGL.
3. Metode pemecahan masalah yang digunakan hanya *fault tree analysis*.
4. Penelitian ini hanya berfokus dari sisi fluida dan *equipment*.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi penyebab terjadinya kebocoran pada pipa E1-K-92-12"BA2H.
2. Memberikan rekomendasi untuk kebocoran pipa *amine*.

### 1.7 Sistematika Penulisan



**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

Struktur penulisan dalam laporan skripsi ini dirancang agar penyusunannya terorganisir dengan baik serta memudahkan pembaca dalam memahami topik yang menjadi fokus penelitian. Adapun rincian dari sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

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

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan studi pustaka atau literatur serta menyajikan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penelitian. Pembahasan mencakup topik yang akan dikaji lebih lanjut, kerangka pemikiran, dan pengembangan hipotesis sebagai dasar awal dalam perancangan penelitian.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang 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.

## **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

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

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan mengenai kesimpulan dari seluruh hasil penelitian. Isi kesimpulan menjawab pertanyaan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam laporan skripsi serta memuat saran atau opini yang berkaitan dengan laporan tersebut.

**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 V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penyebab utama terjadinya rupture pada pipa adalah mekanisme erosi yang dipicu oleh keberadaan partikel abrasif dalam fluida. Selain itu, faktor lain yang turut berkontribusi terhadap terjadinya erosi adalah fenomena *overflow* pada pompa A, yang disebabkan oleh kerusakan pada komponen *worm gear* pada turbin. Kerusakan ini menyebabkan peningkatan kecepatan putaran (RPM) pompa secara signifikan. Peningkatan RPM tersebut berdampak pada penurunan tekanan di sisi suction pompa A, sehingga menyebabkan seluruh aliran fluida tertarik ke pompa tersebut. Akibatnya, pompa beroperasi di luar batas laju aliran yang ditetapkan dalam desain, yang secara signifikan meningkatkan risiko erosi pada sistem perpipaan.

#### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan uji material untuk mengetahui profil pipa.
2. Diperlukan simulasi untuk mengetahui arah aliran fluida.

**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**

- Abidin, K., & Wagiani, S. (2013). *STUDI ANALISIS PERBANDINGAN KECEPATANALIRAN AIR MELALUI PIPA VENTURI DENGAN PERBEDAAN DIAMETER PIPA*.
- Adriany, R. A., Sakarani, D., Haris, A., Yenti, E., Herlina, L., Hidayati, N., Morina, M., Herizal, H., Atmoko, A. D., Suhartono, R., & Arief, R. (2023). Pembuatan Adsorben Co2 Berbahan Dasar Zeolit Alam Yang Diimpregnasi Dengan Methyl Diethanol Amine Dan Uji Kapasitas Adsorpsi Co2 Dengan Sistem Batch. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 57(2), 8–17. <https://doi.org/10.29017/lpmgb.57.2.1573>
- Agustiawan, I., Firmansjah, E., & Sugiri Rais. (2022). *Perancangan Air Pressure Tank dengan Bantuan PVElite Software Untuk Kebutuhan Praktikum Hidrolik dan Pneumatik*. 106–107.
- Akmal, S., Nasrul, & Ishak. (2019). *ANALISA PROFIL ALIRAN FLUIDA CAIR DAN PRESSURE DROP PADA PIPA L MENGGUNAKAN METODE SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk/>
- Al-Mazeedi, H. A., Al-Wakaa, B., & Ravindranath, K. (2021a). Window-type rupture of carbon steel pipe in a hydroprocessing plant of a petroleum refinery due to ammonium bisulfide corrosion. *Engineering Failure Analysis*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105089>
- Al-Mazeedi, H. A., Al-Wakaa, B., & Ravindranath, K. (2021b). Window-type rupture of carbon steel pipe in a hydroprocessing plant of a petroleum refinery due to ammonium bisulfide corrosion. *Engineering Failure Analysis*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105089>
- Andi, A., Budi, Y., & Arash, U. (2024). *EVALUASI PROGRAM BIP (BIENNIAL INSPECTION PROGRAM) PADA BOILER MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) SKRIPSI Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV LNG ACADEMY-POLITEKNIK NEGERI JAKARTA 2024*.



## © 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

- Angga, D., Muzhoffar, F., & Riadi, A. (n.d.). *Kebutuhan Kapal Pengangkut Gas Alam Cair (LNG) dalam Proyeksi Perdagangan LNG Antarnegara*. <https://doi.org/10.37612/gema-maritim.v26i1.428>
- API 571. (2020).
- Azmi, N. N. (2025). *ANALISA EFISIENSI KERJA TURBIN UNIT 2 PADA PT. PLN INDONESIA POWER UBP KAMOJANG*.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018a). *Materials Science and Engineering*.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018b). *Materials Science and Engineering An Introduction by William D. Callister, Jr., David G. Rethwish (z-lib.org)*.
- Catra Daksa, D., Agung, A. I., Haryudo, S. I., & Ibrohim. (2018). *Prototipe Penstabil Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro PROTOTIPE PENSTABIL TEGANGAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO Achmad Imam Agung, Subuh Isnur Haryudo, Ibrohim*.
- Chandra, H., & Julkarnain Ompusunggu, M. (n.d.). *Analisis Tegangan Pada Shell Atmospheric Tank ANALISIS TEGANGAN PADA SHELL TANGKI AIR KAPASITAS 3000 BBLs STANDARD API 650 DI POWER PLANT PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO FIELD*.
- Derniawan, T. H. (2021). Analisa pengaruh putaran spindel pada friction welding terhadap tensile strength Aluminium A6061. In *Journal of Welding Technology* (Vol. 3, Issue 1).
- Dwimansyah, R., Priambodo, T. B., Yusnitati, D., Teknologi, P., Energi, S., Kimia, I., Pengkajian, B., Teknologi, P., Energi, G., Puspipetek, K., & Selatan, T. (2020). *SELEKSI DESAIN ROOF TANK CSTR UNTUK PLANT BIOGAS POME SETARA 700KW Design Selection Of CSTR Roof Tank For A 700kw Equivalent POME Biogas Plant*.
- Erlangga, D. (2014). APLIKASI SIMULASI BERBASIS MULTIMEDIA UNTUK MEKANIKA FLUIDA PADA FISIKA. In *Seminar Nasional Informatika*.
- Fadiyah Daru Pacitanisragena Darman, A. (2017). *PERAN CORPORATE COMMUNICATION DEPARTMENT PT. BADAQ NATURAL GAS*



**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

*LIQUEFACTION (NGL) DALAM MEMBENTUK CITRA MELALUI VISI PERUSAHAAN DI KOTA BONTANG.*

Fadlih, A., & Megawati, E. (2020). ANALISA PENGARUH KONSENTRASI aMDEA TERHADAP PENYERAPAN GAS KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>). *PETROGAS*, 2, 11–17.

Fatimura, M., Fitriyanti, R., Masriatini, R., Universitas, D., & Palembang, P. (2018). PENANGANAN GAS ASAM ( SOUR GAS ) YANG TERKANDUNG DALAM GAS ALAM MENJADI SWEETENING GAS. In *Muhrinsyah Fatimura* (Vol. 3, Issue 2).

Firdaus, H., Grenny Sudarmawan, R., Firman, D., & Tarigan, S. (2019). Studi Kasus Penyebab Kegagalan Pada Pipa Waterwall Untuk Meningkatkan Availability Boiler. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 225–233. <http://semnas.mesin.pnj.ac.id>

Gagana Erwin Asmara, R., Sistem Perkapalan, T., Teknik dan Ilmu Kelautan, F., & Hang Tuah Surabaya, U. (2022). *ANALISA KEGAGALAN SISTEM BAHAN BAKAR KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS (PHA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA).*

Gusniar, I. (2014). *OPTIMALISASI SISTEM PERAWATAN POMPA SENTRIFUGAL DI UNIT UTILITY PT.ABC.*

Haris, O., Anwar, S., Tutupoly, P. K., Digital Boash Indonesia, P., Raya Atang Senjaya, J. K., Bogor, K., Barat, J., Nusa Putra Jl Raya Cibolang No, U., Kaler, C., Cisaat, K., Sukabumi, K., & Korespondensi, P. (2024). *Analisa Kegagalan Rubber Coupling Pada Poros Pompa Air Side Seal Oil Generator Unit 1 PLTU Pelabuhan Ratu* (Vol. 1, Issue 1). <https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index>

Heaver, E. (2017). Internal Stress Corrosion Cracking of Shale Gas Flowlines. *Materials Performance*, 56(8), 50–53. [https://doi.org/10.5006/MP2017\\_56\\_8-50](https://doi.org/10.5006/MP2017_56_8-50)

Honkalas, R., Deshmukh, B., & Pawar, P. (2021). A Review on Design and Efficiency Improvement of Worm and Worm Wheel of a Gear Motor. *Journal*

**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

of Physics: Conference Series, 1969(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1969/1/012023>

Irfan Syahroni, M. (2022). PROSEDUR PENELITIAN KUANTITATIF. *Jurnal Al-Musthafa STIT Al-Aziziyah Lombok Barat*, 43(3), 43–56.

Jamaludin, & Pangestu, R. (2018). ANALISIS PERHITUNGAN HEATRATE PADA TURBIN UAP BERDASARKAN PERFORMANCE TEST UNIT 1 DI PT. INDONESIA POWER UBOH UJP BANTEN 3 LONTAR. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 2, 45–50.

Khrisdamara, B., & Andesta, D. (2022). Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian).

Kohl, A., & Nielses, R. (n.d.). *Gas Purification*.

Kuan, Y. (2009). *Design, Construction and Operation of the Floating Roof Tank*.

Kurniawan, A., Fatimura, M., & Masriatini, R. (2022). PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS ALAM TERHADAP ABSORPSI GAS CO<sub>2</sub> DAN WAKTU PEMBAKARAN GAS ALAM. 7.

Lamasalas, D., Ridha Fauzi, M., & Studi Teknik Mesin, P. (n.d.). Rancang Bangun Sistem dan Mekanisme Prototype Underwater Rov (Remotely Operated Vehicle) Berbasis Arduino. *Juni*, 10(1), 755–765.

Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(2), 85–92. <https://doi.org/10.30596/rmme.v3i2.5270>

Mahardhika, P., & Ratnasari, A. (2018). Perancangan Tangki Stainless Steel untuk Penyimpanan Minyak Kelapa Murni Kapasitas 75 m<sup>3</sup>. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), 39. <https://doi.org/10.31544/jtera.v3.i1.2018.39-46>

Matra, E., Kusumanto, I., & Harpito. (2020). EVALUASI SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALISIS (FTA) DI PTPN V SEI PAGAR.

**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

- Mayrini, I., Abdilah. Tomi, & Supriadi. (2025). *Analisa Kerusakan Thrust Bearing Turbin Pengaruh Kinerja Pelumas Di Pltu Pt. Pln Np Up Belawan*. 8, 13–22.
- Meilinda Suriani Harefa, Syukri Hidayat, Grace Mercy Epsilon Hia, Sabda Yanti Pasaribu, Natasya Kaila Putri, & Mhd Asa Arzaki Muis. (2024). Analisis Pemanfaatan Gas Alam sebagai Pengganti Gas LPG. *SOSIAL : Jurnal Ilmiah Pendidikan IPS*, 2(4), 179–182. <https://doi.org/10.62383/sosial.v2i4.516>
- Musyafa, A. A., & Siregar, I. H. (2015). *PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL*.
- Ningrum, S., Mindaryani, A., & Hidayat, M. (2017). *ABSORPSI CO2 PADA BIOGAS DENGAN LARUTAN METHYLDIETHANOLAMINE (MDEA) MENGGUNAKAN KOLOM BAHAN ISIAN*.
- 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).
- Nugraha, A. N. (2019). *ANALISIS SHAFT TURBOCHARGER MESIN DIESEL GENERATOR YANG PATAH DI MV. DK 02*.
- Orlikowski, J., Jazdzewska, A., Uygur, I., Gospos, R., Olczak, T., & Darowicki, K. (2023a). Effect of wet Hydrogen Sulfide on Carbon Steels Degradation in Refinery Based on Case Study. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(7), 9171–9178. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-07154-0>
- Orlikowski, J., Jazdzewska, A., Uygur, I., Gospos, R., Olczak, T., & Darowicki, K. (2023b). Effect of wet Hydrogen Sulfide on Carbon Steels Degradation in Refinery Based on Case Study. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(7), 9171–9178. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-07154-0>
- Pal, P., AbuKashabeh, A., Al-Asheh, S., & Banat, F. (2015). Role of aqueous methyldiethanolamine (MDEA) as solvent in natural gas sweetening unit and process contaminants with probable reaction pathway. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 24, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2015.03.007>



**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

- Pal, P., Banat, F., & AlShoaibi, A. (2013). Adsorptive removal of heat stable salt anions from industrial lean amine solvent using anion exchange resins from gas sweetening unit. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 15, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2013.08.001>
- Pratama, A., Purniawan, A., & Wibisono, A. T. (2016). *ANALISIS KEGAGALAN WATER INJECTION PADA VERTICAL ROLLER MILL DI FINISH MILL PT. HOLCIM TUBAN PLANT INDONESIA*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PT BADAQ NGL. (24 C.E.). *MANUAL BOOK PLANT-1 GAS PURIFICATION UNIT*.
- PT Badak NGL. (2024). *Manual Book PLANT-1 Gas Purification Unit*.
- Pullarcot, Sunil. (2015). *Above ground storage tanks : practical guide to construction, inspection, and testing*. CRC Press.
- Putra, D. M., & Triana, M. I. (2024). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi pada CV. X Menggunakan Metode FTA. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(2), 969–979. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.28181>
- Rumaday, G., Loppies, L. S., Nanulaitta, N. J. M., Teknologi, P., Sistem, R., Migas, M., Mesin, J. T., & Ambon, P. N. (2024). ANALISIA PENENTUAN UMUR PAKAI TANGKI TIMBUN 01-50 TON DI PT.PLN (PERSERO) UIW MALUKU DAN MALUKU UTARA KANTOR PELAYANAN KIANDARAT. *Journal Mechanical Engineering (JME)*, 2(1).
- Sembiring, S., Panjaitan, R., Susianto, & Altway, A. (2019). Pemanfaatan Gas Alam sebagai LPG (Liquified Petroleum Gas). *Jurnal Teknik ITS*, 8, 206–211.
- Siddiq, M., & Amalia, I. (2019). Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW (The effect of groove type on the toughness of the welding joints of the St37 material with AISI 1050 uses the SMAW welding process). In *Journal of Welding Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- Siddiq, M., Amalia, I., & Fathier, A. (2021). ANALISA PENGARUH KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PENYAMBUNGAN BAJA KARBON



**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

RENDAH DAN KARBON SEDANG TERHADAP UJI KETANGGUHAN.  
*Jurnal Mesin Sains Terapan*, 5, 31–37.

Simanjorang, I. B., Siahaan, I. S., & Hutabarat, J. L. (2021). Studi Analisis Eksitasi dan Governor Untuk Mengatur Tegangan dan Frekuensi Keluaran Generator Pada PLTMH Aek Raisan I. In *Telecommunications & Control System-ELPOTecs Jurnal ELPOTecs* | (Vol. 4, Issue 2).

Sutanto, Mulyati, A. H., & Hermanto. (2020). *EVALUASI KINERJA METHYL DIETHANOL AMINE (MDEA) DALAM PENYERAPAN KANDUNGAN H<sub>2</sub>S PADA PROSES PENGOLAHAN GAS ALAM*. 20, 45–51.  
<https://journal.unpak.ac.id/index.php/ekologia>

Syawalina, K., Priyanta, D., & Siswantoro, N. (2020). *ANALISIS PROGRAM PENJADWALAN INSPEKSI AMINE REBOILER HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN METODE RISK-BASED INSPECTION API 581*.

Wahyu Darojad, M. (2017). *Analisa Kegagalan Sambungan Las Pipeline Carbon Steel A106 Grade B Ø 6" Di Sumur Neb#46 Petrochina International Jabung*  
*INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK: Vol. III (Issue 2)*.  
<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl>

Wang, Z. B., & Zheng, Y. G. (2021). Critical flow velocity phenomenon in erosion-corrosion of pipelines: determination methods, mechanisms and applications.  
*Journal of Pipeline Science and Engineering*, 1(1), 63–73.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpse.2021.01.005>

Wicaksono, A., Yuamita Fakultas sains dan teknologi, F., Teknik Industri, J., Teknologi Yogyakarta Jl Siliwangi Jl Ring Road Utara, U., Lor, J., Mlati, K., & Sleman, K. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 145–154.

Widiatmoko, K., & Ahmad, F. (2021). PENGARUH LEBAR PENAMPANG TERHADAP LAJU DAN DEBIT ALIRAN IRIGASI PERSAWAHAN DI DESA SAMBIREJO GROBOGAN. *DISPROTEK*, 12 No 2, 97–102.



## © 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

Zhu, M., Du, C., Li, X., Liu, Z., Li, H., & Zhang, D. (2014). Effect of AC on stress corrosion cracking behavior and mechanism of X80 pipeline steel in carbonate/bicarbonate solution. *Corrosion Science*, 87, 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2014.06.028>



**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

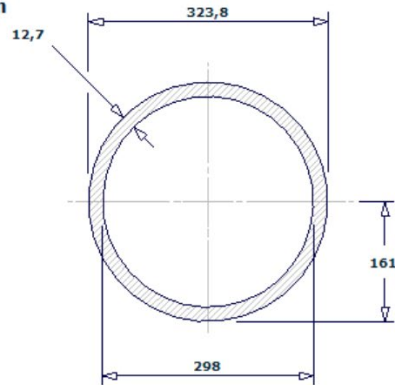
**LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A Data Pipa**

**12"NPS Pipe x 12.7 Wall Thickness**

Weight = 97,44 kg/m

Weight full with water = 167,33 kg/m



Corresponding Schedule: Sch-XS

Material: Carbon Steel

**ASME B36.10M/19M-2018**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## Lampiran B Calculation Sheet

| Pipa 1K92-12"-BA2H |                       |           |                                         |         |           |
|--------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------------|---------|-----------|
| No                 | Description           | Symbol    | Calculation Formula                     | Value   | Unit      |
| 1                  | Outside Diameter      | OD        | Known                                   | 323,80  | mm        |
|                    |                       |           |                                         | 0,32    | m         |
|                    |                       |           |                                         | 32,39   | cm        |
|                    |                       |           |                                         | 12,75   | inch      |
| 2                  | Inside Diameter       | ID        | $D = Do - 2t_{nom}$                     | 298,4   | mm        |
|                    |                       |           |                                         | 0,2984  | m         |
| 3                  | Thickness Nominal     | $t_{nom}$ | Known                                   | 12,7    | mm        |
| 4                  | Operation Pressure    | P         | Known                                   | 70      | $kg/cm^2$ |
| 5                  | Operation Temperature | T         | Known                                   | 37,5    | Celsius   |
| 6                  | Flow                  | Q         | Known                                   | 780,00  | $m^3/hr$  |
| 9                  | Allowable Stress      | S         | ASME B31.3                              | 1406,14 | $kg/cm^2$ |
|                    |                       |           |                                         | 20000   | psi       |
| 13                 | Thickness Aktual      | t         | Known                                   | 0,23    | cm        |
|                    |                       |           |                                         | 2,3     | mm        |
|                    |                       |           |                                         | 0,09    | inch      |
| 14                 | Velocity              | v         | $Q = A \times v$                        | 3,10    | m/s       |
| 15                 | Luas Penampang        | A         | $A = \pi(\frac{1}{2}d)^2$               | 0,07    | $m^2$     |
| 16                 | MAWP                  |           | $MAWP(P) = \frac{2 \cdot S \cdot t}{D}$ | 19,97   | $kg/cm^2$ |

Mencari Luas Penampang Pipa

$$A = \pi(\frac{1}{2}d)^2$$

Dimana:

Inside diameter (d) = 0,2984m

$$A = 3,14(\frac{1}{2} \cdot 0,2984)^2$$

$$A = 0,07 m^2$$

- 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

**Mencari Velocity**

$$Q = A \times v$$

Dimana

Luas penampang (A) = 0,07 m<sup>2</sup>

Flow (Q) = 780 m<sup>3</sup>/jam

$$Q = A \times v$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{780}{0,02}$$

$$v = 11155,31 \text{ m/jam}$$

$$v = 3,1 \text{ m/s}$$

**Mencari MAWP**

$$MAWP (P) = \frac{2 \cdot S \cdot t}{D}$$

Dimana:

Allowable stress (S) = 1406,14 kg/cm<sup>2</sup>

Thickness actual (t) = 0,23 cm

Outside diameter (D) = 32,385 cm

$$MAWP (P) = \frac{2 \cdot (1406,138) \cdot (0,23)}{32,39}$$

$$MAWP (P) = 19,97 \text{ kg/cm}^2$$

## Lampiran C Laporan Hasil Inspeksi

### 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

| No.                                          | Identification No. | Spot Thickness (mm) |     |      |      |      |     |     |     | Note           |
|----------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|----------------|
|                                              |                    | 0                   | 45  | 90   | 135  | 180  | 225 | 270 | 315 |                |
| 1                                            | Reducer R1         | 9,3                 | 9,3 | 11,2 | 11,0 | 10,2 | 9,0 | 7,5 | 8,6 | Min Thk 7.2 mm |
|                                              | Reducer R2         | 7,8                 | 9,0 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 9,8 | 7,6 | 8,0 |                |
|                                              | Reducer R3         | 7,8                 | 9,5 | 9,5  | 9,5  | 9,3  | 8,8 | 7,7 | 7,2 |                |
| 2                                            | Pipe - P1          | 3,6                 | 3,9 | 6,7  | 6,0  | 8,0  | 5,1 | 3,3 | 2,3 | Min thk 2.3 mm |
|                                              | Pipe - P2          | 3,7                 | 6,5 | 7,6  | 7,0  | 5,8  | 5,0 | 4,1 | 2,8 |                |
|                                              | Pipe - P3          | 3,4                 | 2,6 | 7,4  | 7,2  | 6,6  | 4,9 | 3,0 | 2,9 |                |
|                                              | Pipe - P4          | 6,9                 | 6,2 | 5,7  | 6,4  | 9,0  | 6,9 | 6,0 | 4,9 |                |
|                                              | Pipe - P5          | 7,1                 | 7,2 | 7,2  | 8,4  | 7,8  | 7,2 | 6,8 | 5,7 |                |
|                                              | Pipe - P6          | 7,2                 | 7,6 | 7,9  | 8,6  | 7,6  | 7,0 | 7,0 | 6,9 |                |
| Foto/Sketch :                                |                    |                     |     |      |      |      |     |     |     |                |
| <div><div><div></div><div></div></div></div> |                    |                     |     |      |      |      |     |     |     |                |

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## Lampiran D Pengisian SHEQ Investigation System

| No | Type Failure                                                                         | Status                              | Note                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | Struck Against/Into(Running/Bumping/Colliding/Grounding/Crashing)                    | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 2  | Struck By (Hit By Moving Object)                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 3  | Fall from Elevation (Person, Equipment, Material)                                    | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 4  | Fall on Same Level (Slip and Fall/Trip Over)                                         | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 5  | Caught In, On, Between or Under                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 6  | Contactwith Temperature Extremes (Heat/Cold)                                         | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 7  | Contact with Electricity                                                             | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 8  | Contact with Noise                                                                   | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 9  | Contact with Vibration                                                               | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 10 | Contact with Radiation                                                               | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 11 | Failure of Human Body Functions                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 12 | Overstress (by Overload/Overpressure/Ergonomic Factors)                              | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 13 | Contact with Hazardous Substance/Dose(Toxic/Corrosive/Carcinogenic/Biological/Viral) | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 14 | Loss of Primary Containment                                                          | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 15 | Release (to Air/Water/into Soil/ onto Structure)                                     | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 16 | Fire (Pool Fire/Jet Fire/Flash Fire)                                                 | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 17 | Explosion (Vapour Cloud/Dust/Pressure Burst/BLEVE)                                   | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 18 | Failure of Mechanical Equipment                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> | Kerusakan pada helical/worm gear |
| 19 | Failure of Electric System                                                           | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 20 | Failure of Instrumentatioin/Logic/Loop                                               | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 21 | Failure of Structure                                                                 | <input type="checkbox"/>            |                                  |
| 22 | Abnormal Operatio/Process Disturbance                                                | <input checked="" type="checkbox"/> | RPM tinggi                       |
| 23 | Instability                                                                          | <input type="checkbox"/>            |                                  |

| No | Sub Standard Act                                          | Status                              | Note                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1  | Operating Equipment Without Authority                     | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 2  | Failure to Inform/Warn                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | Gagal memberi peringatan karena strength aMDEA turun        |
| 3  | Failure to Secure                                         | <input checked="" type="checkbox"/> | Gagal mengamankan sirkulasi aMDEA pada strength yang sesuai |
| 4  | Operating at Improper Speed                               | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 5  | Making Critical HSEQ Devices Inoperative                  | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 6  | Using Defective Tool/Equipment/Machinery/Device           | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 7  | Improper Operation of Tool/Equipment/Machinery/Device     | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 8  | Inadequate Servicing of Equipment/Machinery in Operation  | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 9  | Using Incorrect/Improper Material                         | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 10 | Failing to Use Personal Protective Equipment Properly     | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 11 | Improper Loading                                          | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 12 | Improper Placement                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 13 | Improper Lifting                                          | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 14 | Improper Position for Task                                | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 15 | Improper/Inappropriate Behavior                           | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 16 | Under the Influence of Medicine/Alcohol/Drugs             | <input type="checkbox"/>            |                                                             |
| 17 | Failure to Follow Procedure/Instruction                   | <input checked="" type="checkbox"/> | Gagal untuk mengikuti prosedur saat strength aMDEA turun    |
| 18 | Failure to Identify Hazard                                | <input checked="" type="checkbox"/> | Gagal mengidentifikasi bahaya turunnya strength aMDEA       |
| 19 | Substandard Act by External Party (not under own control) | <input type="checkbox"/>            |                                                             |

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 kritis 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

| No | Sub Standard Condition                            | Status                              | Note                                       |
|----|---------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| 20 | Inadequate Condition of Floor/Surface             | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 21 | Defective Tool/Equipment                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 22 | Incorrect/Inadequate Tool/Equipment               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 23 | Inadequate Integrity of Equipment                 | <input checked="" type="checkbox"/> | Helical/worm gear yang rusak               |
| 24 | Inadequate Operational Mode                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 25 | Failure to Detect/Measure                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 26 | Improper Measurement/Signal Conversion            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 27 | Incorrect Material                                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 28 | Incorrect Composition of Material/Gas             | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 29 | Inadequate Guard/Barrier                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 30 | Inadequate/Improper Personal Protective Equipment | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 31 | Congestion/Restricted Space for Action            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 32 | Inadequate Warning System                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 33 | Presence of Flammable/Explosive Atmosphere        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 34 | Unauthorized Presence of Hazardous Materials      | <input checked="" type="checkbox"/> | Adanya kondisi fe pada aMDEA yang tinggi   |
| 35 | Poor Housekeeping/Order                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 36 | Noise Level                                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 37 | Radiation Hazard                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 38 | Insufficient/Excessive Illumination               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 39 | Vibration Hazard                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 40 | Temperature Extreme                               | <input checked="" type="checkbox"/> | Suhu reboiler di atas batas yang diizinkan |
| 41 | Pressure Extreme                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 42 | Inadequate Ventilation                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 43 | Inadequate Information                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 44 | Other Hazardous Working Condition/Environment     | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 45 | Hazard from External Source                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 46 | Exposure to Adverse Weather Condition             | <input type="checkbox"/>            |                                            |

**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

| No   | Human Factor                                                 | Status                              |                                            |
|------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1    | Inadequate Physical/Physiological Capability                 | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.1  | Inappropriate height/weight/size/strength/reach, etc         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.2  | Restricted range of body movement                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.3  | Limited ability/inability to sustain body positions          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.4  | Substance sensitivity/allergy                                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.5  | Sensitivity to sensory extremes (temperature/sound/etc)      | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.6  | Vision deficiency                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.7  | Hearing deficiency                                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.8  | Other sensory deficiency (touch/taste/smell/balance)         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.9  | Respiratory incapacity                                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.10 | Other permanent physical disability                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 1.11 | Temporary disability                                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2    | Inadequate Mental/Psychological Capability                   | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.1  | Fears and phobias                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.2  | Emotional disturbance                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.3  | Mental illness                                               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.4  | Intelligence level                                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.5  | Inability to comprehend                                      | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.6  | Poor coordination                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.7  | Slow reaction time                                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.8  | Low mechanical aptitude                                      | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.9  | Low learning aptitude                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 2.10 | Memory failure/lapse                                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3    | Physical/Physiological Stress                                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.1  | Injury or illness                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.2  | Fatigue due to task load or duration                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.3  | Fatigue due to lack of rest                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.4  | Fatigue due to sensory overload                              | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.5  | Exposure to health hazards                                   | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.6  | Exposure to temperature extremes                             | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.7  | Oxygen deficiency                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.8  | Atmospheric pressure variation                               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.9  | Constrained movement                                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.10 | Blood sugar insufficiency                                    | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 3.11 | Alcohol/Drugs/Other Self Imposed Stress                      | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4    | Mental/Psychological Stress                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.1  | Emotional overload                                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.2  | Fatigue due to mental task load or speed                     | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.3  | Extreme judgement/decision demands                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.4  | Routine/monotony/demand for uneventful vigilance             | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.5  | Extreme concentration/perception demands                     | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.6  | "Meaningless"/"degrading" activities                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.7  | Confusing directions/demands                                 | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.8  | Conflicting demands/directions                               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.9  | Preoccupation with problems/Distracted by concern            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.10 | Frustration                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 4.11 | Mental illness                                               | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5    | Lack of Knowledge                                            | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.1  | Inadequate experience                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.2  | Inadequate orientation                                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.3  | Inadequate initial training                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.4  | Inadequate update/refresh training                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.5  | Misunderstood instruction/information                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 5.6  | Lack of situational awareness/risk perception/risk awareness | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6    | Lack of Skill                                                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6.1  | Inadequate initial instruction/skill training                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6.2  | Inadequate practice                                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6.3  | Inadequate performance                                       | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6.4  | Inadequate coaching                                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 6.5  | Inadequate review instruction                                | <input checked="" type="checkbox"/> | Kurangnya instruksi kerja saat aMDEA turun |
| 7    | Improper Motivation                                          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.1  | Improper performance/behavior is tolerated/rewarded          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.2  | Proper performance/behavior is discouraged/punished          | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.3  | Lack of incentives                                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.4  | Improper production incentive                                | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.5  | Excessive frustration                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.6  | Inappropriate aggression                                     | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.7  | Improper attempt to save time/effort                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.8  | Improper attempt to avoid discomfort                         | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.9  | Improper attempt to gain attention                           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.10 | Inadequate discipline                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.11 | Inappropriate peer pressure                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.12 | Improper leadership example                                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.13 | Inadequate performance feedback                              | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.14 | Inadequate reinforcement of proper behavior                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.15 | Abuse (intentionally)                                        | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.16 | Misuse (unintentionally)                                     | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.17 | Failure to capture knowledge of existing employees           | <input type="checkbox"/>            |                                            |
| 7.18 | Inadequate process of organizational change                  | <input type="checkbox"/>            |                                            |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

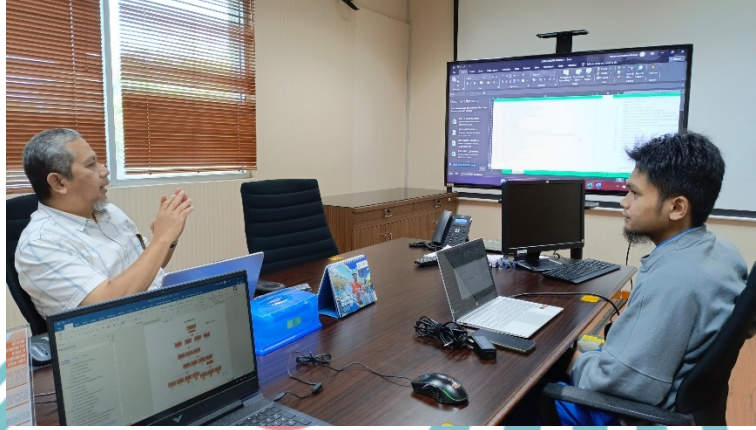
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

| No    | Job/System Factor                                                                      | Status                              | Note                                                                                             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8     | Unclear Organizational Structure                                                       | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 8.1   | Unclear /conflicting reporting relationship                                            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 8.2   | Unclear/conflicting assignment of function role                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 8.3   | Unclear/conflicting accountability/responsibility/task                                 | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9     | Inadequate Leadership                                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.1   | Inadequate HSEQ/asset strategy                                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.2   | Inadequate leadership development                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.3   | Inadequate delegation                                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.4   | Inadequate standards                                                                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.5   | Inadequate communication/implementation of policy/procedure/practice                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.6   | Conflicting policy/procedure/practice                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.7   | Inadequate work/process planning/programming                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.8   | Condone deviation from policy/procedure/practice                                       | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.9   | Condone misuse of equipment/tool                                                       | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.10  | Condone improper/inappropriate behavior                                                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 9.11  | Inadequate management information                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10    | Inadequate Supervision/Coaching                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.1  | Inadequate instruction/orientation/training                                            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.2  | Inadequate information document in supervision/coaching                                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.3  | Lack of supervisory/management job knowledge                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.4  | Inadequate match between qualifications and job/task requirements                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.5  | Inadequate performance measurement and evaluation                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 10.6  | Inadequate performance feedback                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11    | Inadequate Change                                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.1  | Inadequate HSEQ hazard identification/risk evaluation in design                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.2  | Inadequate identification of failure mode                                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.3  | Inadequate evaluation of customer/stakeholder requirement                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.4  | Inadequate identification of legal requirement                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.5  | Inadequate consideration of human/ergonomic factor in design                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.6  | Inadequate design process/standard/specification/criterion                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.7  | Inadequate process control automation                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.8  | Inadequate (technical) standard/specification of absence there of                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.9  | Inadequate project HSEQ review                                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.10 | Inadequate monitoring of construction/fabrication/assembly                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.11 | Inadequate assessment of operational readiness                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.12 | Inadequate commissioning/handover process                                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.13 | Inadequate monitoring of initial operation                                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 11.14 | Inadequate management of change                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12    | Inadequate Supply Chain Management                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.1  | Inadequate specifications on requisition/purchase order                                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.2  | Inadequate research on material/equipment/tool/supply/etc                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.3  | Inadequate specification to vendor                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.4  | Inadequate mode/route of shipment                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.5  | Inadequate receiving inspection/acceptance                                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.6  | Inadequate communication of safety and health data                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.7  | Improper handling of material                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> | Sistem pengendalian kandungan Fe pada aMDEA yang tidak memenuhi standard                         |
| 12.8  | Improper storage of material                                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.9  | Improper transporting of material                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.10 | Inadequate shelf life/validation for re-use of materials/equipment                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.11 | Inadequate identification of material                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.12 | Improper salvage/waste disposal                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 12.13 | Inadequate selection of contractor/supplier                                            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13    | Inadequate Maintenance/Inspection                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.1  | Inadequate assessment of preventive maintenance needs                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.2  | Inadequate preventive lubrication and servicing                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.3  | Inadequate adjustment/assembly                                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.4  | Inadequate preventive cleaning/resurfacing                                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.5  | Inadequate communication of corrective maintenance needs                               | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.6  | Inadequate scheduling of maintenance work                                              | <input checked="" type="checkbox"/> | Jadwal PM yang kurang efektif                                                                    |
| 13.7  | Inadequate assessment of repair needs                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.8  | Inadequate parts substitution/replacement                                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 13.9  | Inadequate inspection method/interval                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> | Inspeksi dilakukan pada pipa bagian yang lain, namun sudah merepresentasikan seluruh bagian pipa |
| 13.10 | Unable to inspect                                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14    | Excessive Wear/Tear                                                                    | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14.1  | Inadequate planning of use                                                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14.2  | Improper decision on extension of service life                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14.3  | Inadequate inspection/monitoring                                                       | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14.4  | Improper loading/rate of use                                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 14.5  | Used for wrong purpose/task/activity                                                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15    | Inadequate Tool/Equipment/Machinery/Device                                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.1  | Inadequate assessment of needs and risks                                               | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.2  | Inadequate human factors/ergonomics considerations                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.3  | Inadequate (supplier) standard/specification                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.4  | Incorrect measurement/detection/(process)control                                       | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.5  | Inadequate availability of tool/equipment/machinery/device                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.6  | Inadequate inspection/repair/maintenance                                               | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.7  | Inadequate adjustment/calibration                                                      | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.8  | Inadequate salvage and reclamation                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 15.9  | Inadequate removal and replacement of unsuitable items                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | Strength aMDEA di bawah standard                                                                 |
| 16    | Inadequate Product                                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.1  | Inadequate assessment of needs and risks                                               | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.2  | Inadequate product standard/specification/waiver system                                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.3  | Inadequate product design/development                                                  | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.4  | Inadequate product standard                                                            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.5  | Inadequate product design validation                                                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.6  | Inadequate product design verification                                                 | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.7  | Inadequate product planning                                                            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 16.8  | Inadequate product quality verification prior to shipment                              | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17    | Inadequate Business Planning                                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.1  | Inadequate identification or requirements (regulatory/industry code/permit-to-operate) | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.2  | Inadequate risk identification/evaluation in development of standard                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.3  | Inadequate standard from supplier/contractor                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.4  | Inadequate coordination with process design when developing standard                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.5  | Inadequate employee involvement in developing standard                                 | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.6  | Conflicting standards/improper prioritization of standards                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.7  | Inadequate publication of standard                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.8  | Inadequate distribution of standard                                                    | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.9  | Inadequate translation of appropriate language                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.10 | Improper use of language                                                               | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.11 | Inadequate training of standard                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.12 | Inadequate reinforcing of standard with signs, color codes and job aids                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 17.13 | Inadequate monitoring if standard compliance                                           | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18    | Inadequate Communication/Information                                                   | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.1  | Inadequate information handling                                                        | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.2  | Unclear information                                                                    | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.3  | Inadequate transfer of information between process/organizational units                | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.4  | Inadequate transfer of information with client/stakeholder                             | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.5  | Inadequate transfer of information with authorities                                    | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.6  | Inadequate transfer of information with suppliers/contractors/third parties            | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.7  | Inadequate communication structure                                                     | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.8  | Inadequate database/information system                                                 | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |
| 18.9  | Inadequate communication method/technique used                                         | <input type="checkbox"/>            |                                                                                                  |

**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 E Dokumentasi Wawancara**





## © 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



JAKARTA