



© 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



**DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA  
PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
NUKLIR 40MW**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Disusun oleh :**

**Muhammad Khadafi Ramadhan**

**2102311033**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**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



# **DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR 40MW**

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

**Muhammad Khadafi Ramadhan NIM. 2102311033**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI, 2024**



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 PERSETUJUAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA**  
**PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR**  
**40MW**

Oleh:

Muhammad Khadafi Ramadhan

NIM. 2102311033

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

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

NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

Farisy Yogatama S, S.T.

NIP. 19931121201801002

Kepala Program Studi

DIII-Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002





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

## LEMBAR PENGESAHAN

### LAPORAN TUGAS AKHIR

#### DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR 40MW

Oleh:

Muhammad Khadafi Ramadhan

NIM. 2102311033

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal Juli 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Fajar Mulyana, S.T., M.T.	Penguji		16 Agustus 2024
2.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.	Penguji		16 Agustus 2024
3.	Farisy Yogatama S, S.T.	Penguji		16 Agustus 2024
4.	Dr. Eng. Ir. Muslimin. S.T., M.T., IWE	Ketua Penguji		16 Agustus 2024

Depok, 16 Agustus 2024

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Khadafi Ramadhan

NIM : 2102311033

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

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

Jakarta, 14 Juli 2024



Muhammad Khadafi Ramadhan  
NIM. 2102311033





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

## DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR 40MW

Muhammad Khadafi Ramadhan<sup>1)</sup>, Farisy Yogatama Sulisty<sup>2)</sup>,  
Muslimin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Diploma-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
Kampus UI Depok, 16424

<sup>2)</sup>Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir, Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Badan  
Riset dan Inovasi Nasional,  
Tangerang Selatan, 15314, Indonesia

Email: [rmuhammadkhadafir@gmail.com](mailto:rmuhammadkhadafir@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menganalisis tegangan pada pipa purwarupa produksi hidrogen untuk pembangkit listrik tenaga nuklir dengan kapasitas 40MW. Proses produksi hidrogen menggunakan *Solid Oxide Electrolysis Cell* (SOEC) sebagai metode elektrolisis suhu tinggi yang efisien. Studi ini mencakup desain 3D layout pipa dan simulasi tegangan menggunakan perangkat lunak SolidWorks dan ANSYS. Analisis difokuskan pada distribusi tegangan yang terjadi pada pipa akibat suhu operasi dan tekanan internal, serta evaluasi kinerja desain dalam mengurangi *stress* pipa. Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan yang signifikan pada beberapa bagian pipa, dan rekomendasi perbaikan desain diberikan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional. Studi ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi produksi hidrogen yang aman dan efisien untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga nuklir.

**Kata kunci:** *Hidrogen, SOEC, tegangan pipa, desain 3D, simulasi.*



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

# DESAIN 3D DAN ANALISIS TEGANGAN PIPA PURWARUPA PRODUKSI HIDROGEN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR 40MW

Muhammad Khadafi Ramadhan<sup>1)</sup>, Farisy Yogatama Sulisty<sup>2)</sup>,  
Muslimin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Mechanical Engineering Study Program, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State  
Polytechnic,

Depok, 16425, Indonesia

<sup>2)</sup> Center for Nuclear Reactor Technology and Safety, Research Center for Nuclear Reactor  
Technology, National Research and Innovation Agency,

South Tangerang, 15314, Indonesia

Email: [rmuhammadkhadafir@gmail.com](mailto:rmuhammadkhadafir@gmail.com)

## ABSTRACT

*This study aims to design and analyze the stress on the piping prototype for hydrogen production in a 40MW nuclear power plant. The hydrogen production process employs Solid Oxide Electrolysis Cell (SOEC) as an efficient high-temperature electrolysis method. The study includes the 3D layout design of the piping and stress simulation using SolidWorks and ANSYS software. The analysis focuses on the stress distribution occurring in the pipes due to operational temperatures and internal pressure, as well as evaluating the design performance in reducing pipe stress. Simulation results indicate significant stress distribution in certain pipe sections, and design improvement recommendations are provided to enhance operational safety and efficiency. This study contributes significantly to the development of safe and efficient hydrogen production technology for nuclear power plant applications.*

**Keyword:** *Hydrogen, SOEC, pipe stress, 3D design, simulation.*





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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan kesehatan serta telah meliMPahkan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Desain 3D Dan Analisis Tegangan Pipa Purwarupa Produksi Hidrogen Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir 40MW”

Dalam proses pembuatan laporan Tugas Akhir ini penulis mendapati beberapa kesulitan, namun atas bantuan dari berbagai pihak laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Farisy Yogatama S, S.T. dan Bapak Muhammad Subhan S.T., M.Eng selaku pembimbing Lapangan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
4. Teman seperjuangan penulis dalam melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan semoga amal kebaikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa.
5. Sahabat Penulis, Lidia Pratama Febrian, Nanda Suryani, Muhammad Abiyyu dan Yasmin Luthfiyah yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
6. Teman teman Pandawa Corp, yaitu Resti, Citra, Jiwa, Lidia, Abiyyu, Yasmin, Aura, Nurul, dan Syifa yang kebersamai penulis.





**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

7. Keluarga Kominfonian, yaitu Nanda Suryani, Resti Rosalina, Jiwa Ning Ayu Ramadhani, Rahma Wati, Alief Rizky Febriyan, Yanuar Agung Nugroho, Yuhaenida Meilani, Amanda Dwi Azaria, Desvita Fitriani, Ramandha Vio Arbha Melliani, Marcellinus Ario Xavier Saputra dan Fransisca Angelina Listianawati Pitna untuk semangat, kepedulian dan dukungannya;
8. Keluarga besar Formadiksi Politeknik Negeri Jakarta, khususnya keluarga Departemen Kominfo yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman M21, khususnya Mprn-6A
10. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Meski penulis telah menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan maksimal, namun tidak menutup kemungkinan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran dari pembaca yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca terutama mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin.

Jakarta, 14 Juli 2024

Muhammad Khadafi Ramadhan

NIM. 2102311033



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

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	3
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR LAMPIRAN.....	6
BAB I PENDAHULUAN.....	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	9
1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	9
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Hidrogen.....	11
2.2 Produksi Hidrogen.....	11
2.3 Purwarupa Produksi Hidrogen Berbasis SOEC.....	12
2.4 <i>Steam Pipe</i> .....	13
2.5 Analisis Tegangan Pipa.....	13
2.6 <i>Software</i> Simulasi.....	15





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

2.7	Material Pipa .....	16
BAB III METODOLOGI Pengerjaan TUGAS AKHIR .....		19
3.1	Diagram Alir Pengerjaan .....	19
3.2	Metode Pemecahan Masalah .....	24
BAB IV PEMBAHASAN .....		25
4.1	Desain Layout dan Routing Pipa .....	25
4.2	Hasil Simulasi .....	26
4.3	Validasi Hasil Perhitungan dan Simulasi .....	44
BAB V PENUTUP .....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....		53
DAFTAR LAMPIRAN.....		55

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

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Properti Inconel 718 .....	17
Tabel 2. 2 Komposisi kimia Inconel 718 .....	18
Tabel 3. 1 Contoh Hasil Meshing .....	22
Tabel 4. 1 Parameter <i>Pipeline</i> 1.....	26
Tabel 4. 2 Parameter <i>Pipeline</i> 2.....	27
Tabel 4. 3 Parameter <i>Pipeline</i> 3.....	28
Tabel 4. 4 Parameter <i>Pipeline</i> 4.....	30
Tabel 4. 5 Parameter <i>Pipeline</i> 5.....	31
Tabel 4. 6 Parameter <i>Pipeline</i> 6.....	32
Tabel 4. 7 Parameter <i>Pipeline</i> 7.....	34
Tabel 4. 8 Parameter <i>Pipeline</i> 8.....	36
Tabel 4. 9 Parameter <i>Pipeline</i> 9.....	37
Tabel 4. 10 Parameter <i>Pipeline</i> 10.....	39
Tabel 4. 11 Parameter <i>Pipeline</i> 11.....	41
Tabel 4. 12 Parameter <i>Pipeline</i> 12.....	42
Tabel 4. 13 Maksimum Tegangan normal dan shear <i>Pipeline</i> 2 .....	44
Tabel 4. 14 Maksimum Tegangan normal dan shear <i>Pipeline</i> 3 .....	46
Tabel 4. 15 Maksimum Tegangan normal dan shear <i>Pipeline</i> 8 .....	48
Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Perhitungan .....	50





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Variasi Metode Produksi Hidrogen .....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses.....	19
Gambar 3. 2 Projek Skematik Ansys .....	21
Gambar 3. 3 Engineering Data Ansys.....	21
Gambar 4. 1 Desain Layout dan Routing Pipa Isometric View .....	25
Gambar 4. 2 Desain Layout dan Routing Pipa Top View.....	25
Gambar 4. 3 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 1</i> .....	26
Gambar 4. 4 <i>Total Deformation Pipeline 1</i> .....	26
Gambar 4. 5 <i>Factor of safety Pipeline 1</i> .....	27
Gambar 4. 6 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 2</i> .....	27
Gambar 4. 7 <i>Total Deformation Pipeline 2</i> .....	28
Gambar 4. 8 <i>Factor of safety Pipeline 2</i> .....	28
Gambar 4. 9 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 3</i> .....	29
Gambar 4. 10 <i>Total Deformation Pipeline 3</i> .....	29
Gambar 4. 11 <i>Factor of safety Pipeline 3</i> .....	29
Gambar 4. 12 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 4</i> .....	30
Gambar 4. 13 <i>Total Deformation Pipeline 4</i> .....	30
Gambar 4. 14 <i>Factor of safety Pipeline 4</i> .....	31
Gambar 4. 15 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 5</i> .....	31
Gambar 4. 16 <i>Total Deformation Pipeline 5</i> .....	32
Gambar 4. 17 <i>Factor of safety Pipeline 5</i> .....	32
Gambar 4. 18 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 6</i> .....	33
Gambar 4. 19 <i>Total Deformation Pipeline 6</i> .....	33
Gambar 4. 20 <i>Factor of safety Pipeline 6</i> .....	33
Gambar 4. 21 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 7</i> .....	34
Gambar 4. 22 <i>Total Deformation Pipeline 7</i> .....	35
Gambar 4. 23 <i>Factor of safety Pipeline 7</i> .....	35
Gambar 4. 24 <i>Max equivalent stress</i> (von-Mises) <i>Pipeline 8</i> .....	36
Gambar 4. 25 <i>Total Deformation Pipeline 8</i> .....	36

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 26 <i>Factor of safety Pipeline 8</i> .....	37
Gambar 4. 27 <i>Max equivalent stress (von-Mises) Pipeline 9</i> .....	38
Gambar 4. 28 <i>Total Deformation Pipeline 9</i> .....	38
Gambar 4. 29 <i>Factor of safety Pipeline 9</i> .....	39
Gambar 4. 30 <i>Max equivalent stress (von-Mises) Pipeline 10</i> .....	40
Gambar 4. 31 <i>Total Deformation Pipeline 10</i> .....	40
Gambar 4. 32 <i>Factor of safety Pipeline 10</i> .....	40
Gambar 4. 33 <i>Max equivalent stress (von-Mises) Pipeline 11</i> .....	41
Gambar 4. 34 <i>Total Deformation Pipeline 11</i> .....	41
Gambar 4. 35 <i>Factor of safety Pipeline 11</i> .....	42
Gambar 4. 36 <i>Max equivalent stress (von-Mises) Pipeline 12</i> .....	42
Gambar 4. 37 <i>Total Deformation Pipeline 12</i> .....	43
Gambar 4. 38 <i>Factor of safety Pipeline 12</i> .....	43



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





**Hak Cipta :**

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

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Process Flow Diagram Purwarupa Produksi Hidrogen..... 55



**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

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, kebutuhan akan sumber energi yang bersih dan berkelanjutan semakin mendesak seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak negatif penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan. Salah satu solusi potensial yang sedang banyak diteliti adalah produksi hidrogen sebagai sumber energi alternatif. Hidrogen memiliki potensi besar sebagai pengganti bahan bakar fosil karena proses pembakarannya yang tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, sehingga mendukung upaya global untuk mengurangi jejak karbon dan mencapai tujuan keberlanjutan [1].

Produksi hidrogen dapat dilakukan melalui berbagai metode, salah satunya adalah dengan menggunakan *Solid Oxide Electrolysis Cell* (SOEC), yang merupakan metode elektrolisis suhu tinggi yang sangat efisien. Penggunaan SOEC dalam konteks pembangkit listrik tenaga nuklir menjadi semakin relevan, mengingat kapasitas pembangkitan energi nuklir yang besar dan stabil, yang dapat menyediakan energi yang dibutuhkan untuk proses elektrolisis tersebut. Pembangkit listrik tenaga nuklir berkapasitas 40MW, misalnya, memiliki potensi untuk menjadi sumber daya yang andal dalam produksi hidrogen skala besar [2].

Namun, dalam upaya merancang dan mengoperasikan sistem produksi hidrogen berbasis nuklir ini, salah satu tantangan teknis yang signifikan adalah desain dan analisis sistem perpipaan yang digunakan untuk mengalirkan hidrogen serta fluida lain dalam proses tersebut. Desain yang dilakukan sangat penting untuk memastikan bahwa sistem perpipaan yang digunakan dapat beroperasi dengan aman, efisien, dan andal. Desain yang tepat akan membantu mencegah kegagalan struktural pipa yang dapat berakibat fatal bagi keselamatan, serta memastikan aliran fluida yang efisien dan meminimalkan potensi kebocoran atau hambatan. Selain itu, pemilihan material berdasarkan desain yang mendalam juga akan memastikan bahwa



**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

pipa memiliki ketahanan yang cukup untuk bertahan dalam kondisi operasional yang ekstrem, sehingga mengurangi biaya pemeliharaan dan risiko kerusakan. Ketidakmampuan dalam mendesain sistem pipa yang sesuai dapat mengakibatkan kegagalan struktural, yang tidak hanya berisiko terhadap keselamatan tetapi juga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada desain 3D dan analisis tegangan pipa pada purwarupa produksi hidrogen untuk pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem pipa yang dirancang dapat beroperasi dengan aman dan efisien di bawah kondisi operasional yang diharapkan. Dengan memahami distribusi tegangan yang terjadi dalam sistem perpipaan, langkah-langkah perbaikan desain dapat diimplementasikan untuk meningkatkan keselamatan dan kinerja operasional. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi produksi hidrogen yang aman dan efisien untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga nuklir, serta mendorong penggunaan energi bersih secara lebih luas di masa depan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi pipa terhadap temperatur operasional pada design purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.
2. Bagaimana distribusi tegangan pada sistem pipa purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.
3. Bagaimana cara mengurangi *pipe stress* pada layout dari purwarupa produksi hidrogen.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian terbatas pada desain pipa 3D tanpa memikirkan desain yang mendetail pada komponen.

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

2. Penelitian ini hanya mempertimbangkan desain mekanik tanpa menghiraukan desain sipil.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis ketegangan pipa.

#### 1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

Tujuan dari penyusunan tugas akhir :

1. Mendesain layout purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.
2. Menganalisa persebaran tegangan pipa pada purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.

#### 1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Melengkapi laporan purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.
2. Meningkatkan desain purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW untuk keselamatan dan meningkatkan ketahanan fatigue.
3. Mendapatkan biaya komponen mekanik pada purwarupa produksi hidrogen pembangkit listrik tenaga nuklir 40MW.

#### 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam penulisan laporan ini, membuat suatu sistematika penulisan yang dari beberapa bab dimana masing-masing bab dapat diuraikan sebagai berikut :

##### BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang penulisan laporan tugas akhir, tujuan penulisan laporan tugas akhir, manfaat penulisan tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

##### BAB II TINJAUAN PUSTAKA





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

Pada bab ini memuat teori-teori yang relevan sebagai dasar untuk kajian permasalahan yang menjadi topik tugas akhir. Teori-teori tersebut didapatkan dari berbagai sumber yang terkini.

### BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis data.

### BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini disampaikan penjelasan dan interpretasi atas hasil penelitian yang telah dilakukan, yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian tugas akhir ini.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi jawaban rumusan masalah secara singkat dan jelas, dan juga berisi saran yang berkaitan dengan penelitian.



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

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan simulasi yang telah dilakukan mengenai sistem perpipaan pada purwarupa produksi Hidrogen, beberapa kesimpulan dapat diambil dari penelitian ini :

1. Desain Layout Purwarupa: Desain sistem perpipaan untuk purwarupa produksi hydrogen telah diuji terhadap temperatur operasional. Analisis menunjukkan bahwa pipa dapat menahan temperatur tinggi dengan aman, memastikan stabilitas operasional dalam berbagai kondisi kerja.
2. Analisis Persebaran Tegangan Pipa: Analisis tegangan pada sistem perpipaan menggunakan *software* SolidWorks dan ANSYS menunjukkan bahwa distribusi tegangan pada pipa berada dalam batas aman. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pipa dapat menahan beban operasional dengan faktor keamanan (FoS) di atas 1, memastikan keandalan dan keselamatan operasional sistem.
3. Pengurangan *Pipe Stress*: Penelitian ini berhasil mengidentifikasi cara untuk mengurangi tegangan pada pipa. Beberapa rekomendasi desain telah diusulkan, termasuk optimasi jalur pipa, penyesuaian diameter pipa, dan penggunaan material yang lebih tahan terhadap tegangan dan temperatur tinggi. Implementasi rekomendasi ini dapat meningkatkan umur pakai pipa dan mengurangi risiko kegagalan sistem.



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

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut:

1. Penelitian tentang detail routing *Pipeline* yang sangat diperlukan untuk memastikan efisiensi aliran bahan bakar dan meminimalisasi tekanan pada pipa. Hal ini termasuk analisis jalur pipa, jumlah tikungan, panjang total pipa, dan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi aliran dan *stress* pada pipa.
2. Evaluasi Ekonomis: Perlu dilakukan evaluasi biaya komponen mekanik secara lebih detail untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga ekonomis untuk diproduksi dan dioperasikan.

Dengan mengikuti saran-saran tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan teknologi produksi hidrogen yang aman dan efisien..

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

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. El-Emam dan H. Özcan, "Comprehensive review on the techno-economics of sustainable large-scale clean hydrogen production," 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.01.309.
- [2] A. O. M. Maka dan M. Mehmood, "Green hydrogen energy production: current status and potential," 2024. doi: 10.1093/ce/zkae012.
- [3] M. A. Rosen dan S. Koohi-Fayegh, "The prospects for hydrogen as an energy carrier: an overview of hydrogen energy and hydrogen energy systems," 2016. doi: 10.1007/s40974-016-0005-z.
- [4] Y. Gong, J. Yao, P. Wang, Z. Li, H. Zhou, dan C. Xu, "Perspective of hydrogen energy and recent progress in electrocatalytic water splitting," 2022. doi: 10.1016/j.cjche.2022.02.010.
- [5] S. Shiva Kumar dan V. Himabindu, "Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review," 2019. doi: 10.1016/j.mset.2019.03.002.
- [6] V. Subotić dan C. Hochenauer, "Analysis of solid oxide fuel and electrolysis cells operated in a real-system environment: State-of-the-health diagnostic, failure modes, degradation mitigation and performance regeneration," 2022. doi: 10.1016/j.pecs.2022.101011.
- [7] H. Wei, J. Dai, I. Maharik, A. Ghasemi, A. Mouldi, dan A. Brahmia, "Simultaneous synthesis of H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub> via an innovatory energy system in Coronavirus pandemic time: Design, techno-economic assessment, and optimization approaches," *Int J Hydrogen Energy*, vol. 47, no. 62, 2022, doi: 10.1016/j.ijhydene.2021.12.044.
- [8] S. Afroze dkk., "Solar-Powered Water Electrolysis Using Hybrid Solid Oxide Electrolyzer Cell (SOEC) for Green Hydrogen—A Review," 2023. doi: 10.3390/en16237794.
- [9] A. Aswin dan A. Hasnan, "*STRESS ANALYSIS EVALUATION AND PIPE SUPPORT TYPE ON HIGH-PRESSURE AND TEMPERATURE STEAM PIPE*," *International Journal of Mechanical Engineering Technologies and Applications*, vol. 4, no. 1, 2023, doi: 10.21776/mechta.2023.004.01.4.
- [10] Y. B. Shinger, "*Stress Analysis of Steam Piping System*," *J Appl Mech Eng*, vol. 04, no. 02, 2015, doi: 10.4172/2168-9873.1000158.
- [11] J. ' 'Chakrabarty, *THEORY OF PLASTICITY*. 1987.
- [12] H. KEPEKÇİ dan E. ASLAN, "Investigation of the Effect of Hot Fluid on Deformation in T-Shaped Pipes by FSI Method Using Different Material," *Sakarya University Journal of Science*, vol. 27, no. 3, 2023, doi: 10.16984/saufenbilder.1255815.





## © 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

- [13] Z. Qian, J. Zou, Q. Pan, dan D. Dias, "Safety factor calculations of a tunnel face reinforced with umbrella pipes: A comparison analysis," *Eng Struct*, vol. 199, 2019, doi: 10.1016/j.engstruct.2019.109639.



