



© 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



**ANALISIS *PIPE STRESS* DAN *FATIGUE* PADA *DISCHARGE*
FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-
COOLED REACTOR 40 MW (HTGR-40 MW)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

Jendra Hibban Laudza

NIM. 2102311082

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 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



**ANALISIS *PIPE STRESS* DAN *FATIGUE* PADA *DISCHARGE*
*FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-
COOLED REACTOR 40 MW (HTGR-40 MW)***

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Jendra Hibban Laudza
NIM. 2102311082

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

ANALISIS *PIPE STRESS* DAN *FATIGUE* PADA *DISCHARGE FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR*
40 MW (HTGR-40 MW)

Oleh:

Jendra Hibban Laudza

NIM. 2102311082

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 Sulistyono, S.T
NIP. 19931121201801002

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

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

*ANALISIS PIPE STRESS DAN FATIGUE PADA DISCHARGE FUEL
HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR
40 MW (HTGR-40 MW)*

Oleh:

Jendra Hibban Laudza

NIM. 2102311082

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal Agustus 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.	Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T.	Penguji		16 Agustus 2024
2.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.	Penguji		16 Agustus 2024
3.	Farisy Yogatama Sulistyio, S.T.	Penguji		16 Agustus 2024
4.	Dr. Eng. Ir. Muslimin. S.T., M.T., IWE	Moderator		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 mengemukakan 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 : Jendra Hibban Laudza
NIM : 2102311082
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.

Depok, 16 Agustus 2024



Jendra Hibban Laudza

NIM. 2102311082



- 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 PIPE STRESS DAN FATIGUE PADA DISCHARGE FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR 40 MW (HTGR-40 MW)

Jendra Hibban Laudza¹⁾, Muslimin¹⁾, Farisy Yogatama Sulisty²⁾,

¹⁾Program Studi Diploma-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 16424, Indonesia

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

Email: jendrahibban@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi *fuel handling system* (FHS) pada Reaktor Daya Eksperimental (RDE) dengan fokus pada analisis *von Mises stress*, deformasi, dan siklus *fatigue* pipa. Studi ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain pipa dapat mengatasi beban operasional tanpa mengalami kegagalan struktural, deformasi berlebihan, atau kelelahan material yang signifikan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *von Mises stress* pada pipa berada dalam batas aman dengan nilai *safety factor* di atas 1, memastikan ketahanan pipa terhadap beban operasional. Analisis deformasi menunjukkan bahwa pipa mengalami deformasi yang dapat diterima selama operasi normal, tanpa melebihi batas elastis material. Selain itu, simulasi siklus kelelahan menunjukkan bahwa pipa dapat bertahan hingga 1000000 siklus, yang berarti dengan asumsi 510 siklus per hari, pipa dapat beroperasi selama kurang lebih lima tahun sebelum memerlukan penggantian atau perawatan intensif.

Kata kunci: *High Temperature Gas-cooled Reactors (HTGR), Pebble-Bed Reactor, Fuel Handling System, Discharge, Pipe Stress, Fatigue*



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

PIPE STRESS AND FATIGUE ANALYSIS ON DISCHARGE FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR 40 MW (HTGR-40 MW)

Jendra Hibban Laudza¹⁾, Muslimin¹⁾, Farisy Yogatama Sulisty²⁾

¹⁾ Mechanical Engineering Study Program, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, Depok, 16425, Indonesia

²⁾ Center for Nuclear Reactor Technology and Safety, Research Center for Nuclear Reactor Technology, National Research and Innovation Agency, South Tangerang, 15314, Indonesia

Email: jendrahibban@gmail.com

ABSTRACT

This study evaluates the fuel handling system (FHS) of the *Reaktor Daya Eksperimental* (RDE) with a focus on von Mises stress, deformation, and pipe fatigue cycles. The study aims to ensure that the pipe design can withstand operational loads without experiencing structural failure, excessive deformation, or significant material fatigue. Simulation results show that the von Mises stress values on the pipe are within safe limits with a safety factor above 1, ensuring the pipe's durability under operational loads. Deformation analysis indicates that the pipe experiences acceptable deformation during normal operation, without exceeding the material's elastic limit. Additionally, fatigue cycle simulations show that the pipe can endure up to 1000000 cycles, meaning that with an assumption of 510 cycles per day, the pipe can operate for approximately five years before requiring replacement or intensive maintenance.

Keyword: *High Temperature Gas-cooled Reactors (HTGR), Pebble-Bed Reactor, Fuel Handling System, Discharge, Pipe Stress, Fatigue*



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS *PIPE STRESS* DAN *FATIGUE* PADA *DISCHARGE FUEL HANDLING SYSTEM HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR 40 MW (HTGR-40 MW)*”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terima kasih yang tiada terhingga disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin S.T., M.T., IWE., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Farisy Yogatama Sulistyio S.T., selaku pembimbing tugas akhir dari BRIN yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Rekan-rekan Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.
4. Para Redditor yang telah memberikan saran melalui forum diskusi *online*.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Teknik Mesin.

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

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Landasan Teori	4
2.1.1. <i>High Temperature Gas Reactor (HTGR)</i>	4
2.1.2. <i>Pebble Fuel</i>	6
2.1.3. <i>Fuel Handling System</i>	7
2.1.4. <i>Pipe Stress</i>	8
2.1.5. <i>Fatigue</i>	10
2.1.6. <i>Software Design</i>	12
2.1.7. <i>Software Simulasi</i>	13
2.1.8. <i>Material Pipa</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1. Diagram Alir Pengerjaan	16
3.2. Objek Penelitian	18
3.3. Tahapan Simulasi	22
3.4. Metode Penyelesaian Masalah	26
BAB IV PEMBAHASAN	27
4.1. Simulasi <i>Pipe Stress</i>	27



Hak Cipta :

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

4.1.1.	Line 1.....	27
4.1.2.	Line 2.....	31
4.1.3.	Line 3.....	35
4.1.4.	Line 4.....	39
4.1.5.	Line 5.....	43
4.1.6.	Line 6.....	47
4.1.7.	Line 7.....	51
4.1.8.	Perbandingan Hitungan Manual dengan Simulasi ANSYS	55
4.2.	Simulasi <i>Fatigue</i>	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1.	Kesimpulan.....	58
5.2.	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		60



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 Material dan Nilai <i>Yield Strength</i>	14
Tabel 2.2 Properti Inconel 718.....	14
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Inconel 718	14
Tabel 3.1 Hasil <i>Meshing</i>	20
Tabel 3.2 Parameter	21
Tabel 4.1 Dimensi Pipa 3 inci <i>schedule</i> 160.....	25
Tabel 4.2 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 1.....	31
Tabel 4.3 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 2.....	35
Tabel 4.4 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 3.....	39
Tabel 4.5 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 4.....	43
Tabel 4.6 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 5.....	47
Tabel 4.7 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 6.....	51
Tabel 4.8 Titik Tekanan Ekuivalen Tertinggi <i>Line</i> 7.....	55
Tabel 4.9 Perbandingan Hitungan Manual dengan Simulasi ANSYS	58

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>High Temperature Gas-cooled Reactor overview</i>	6
Gambar 2.2 Bahan Bakar berbentuk <i>Pebble</i>	7
Gambar 2.3 <i>Fuel Handling System</i> pada HTR-10	9
Gambar 2.4 Kurva SN Inconel 718.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir	17
Gambar 3.2 <i>Layout</i> dari <i>Fuel Handling System</i>	20
Gambar 3.3 Projek Skematik Ansys	22
Gambar 3.4 ANSYS <i>Engineering Data</i>	23
Gambar 3.5 Hasil <i>Meshing</i>	24
Gambar 3.6 <i>Thermal Load</i>	25
Gambar 3.7 <i>Static Load</i>	26
Gambar 4.1 <i>Total Deformation Line 1</i>	27
Gambar 4.2 <i>Von-Mises Stress Line 1</i>	28
Gambar 4.3 <i>Safety Factor Line 1</i>	31
Gambar 4.4 <i>Total Deformation Line 2</i>	32
Gambar 4.5 <i>Von-Mises Stress Line 2</i>	33
Gambar 4.6 <i>Safety Factor Line 2</i>	35
Gambar 4.7 <i>Total Deformation Line 3</i>	36
Gambar 4.8 <i>Von-Mises Stress Line 3</i>	37
Gambar 4.9 <i>Safety Factor Line 3</i>	39
Gambar 4.10 <i>Total Deformation Line 4</i>	40
Gambar 4.11 <i>Von-Mises Stress Line 4</i>	41
Gambar 4.12 <i>Safety Factor Line 4</i>	43
Gambar 4.13 <i>Total Deformation Line 5</i>	44
Gambar 4.14 <i>Von-Mises Stress Line 5</i>	45
Gambar 4.15 <i>Safety Factor Line 5</i>	47
Gambar 4.16 <i>Total Deformation Line 6</i>	48
Gambar 4.17 <i>Von-Mises Stress Line 6</i>	49

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 <i>Safety Factor Line 6</i>	50
Gambar 4.19 <i>Total Deformation Line 7</i>	51
Gambar 4.20 <i>Von-Mises Stress Line 7</i>	52
Gambar 4.21 <i>Safety Factor Line 7</i>	54
Gambar 4.22 <i>Simulasi Fatigue</i>	57



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	61
Lampiran 2	62
Lampiran 3	63
Lampiran 4	64
Lampiran 5	65
Lampiran 6	66
Lampiran 7	67





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 Penelitian

Di era modern ini, energi nuklir semakin diakui sebagai salah satu solusi untuk menyediakan energi listrik yang berkelanjutan [1]. Dalam konteks energi di Indonesia, reaktor High-Temperature Gas-Cooled Reactor (HTGR) memiliki potensi besar untuk menyediakan energi listrik terutama di pulau-pulau terpencil. Kebutuhan akan energi listrik di pulau-pulau terpencil tidak dapat dipenuhi hanya dengan menggunakan sumber energi konvensional seperti diesel [2].

Reaktor HTGR, seperti PeLUIt-40, menjadi pilihan yang menarik karena efisiensinya dalam menghasilkan energi. PeLUIt-40 merupakan pengembangan desain HTGR yang dilakukan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang bekerja sama dengan beberapa institusi nasional [3].

HTGR merupakan jenis reaktor nuklir yang memiliki banyak komponen, di antaranya adalah Fuel Handling System (FHS). FHS berfungsi untuk menangani bahan bakar nuklir, termasuk pemindahan, penyimpanan, dan pengisian bahan bakar ke dalam reaktor. FHS sangat penting dalam operasi reaktor HTGR karena fungsinya yang vital dalam menjaga kelancaran dan keamanan operasi reaktor [4]. Namun, FHS juga rentan terhadap kerusakan karena beroperasi dalam lingkungan yang memiliki suhu sangat tinggi, yaitu 250oC. Hal ini menjadikan analisis terhadap pipe stress dan fatigue pada bagian discharge dari FHS HTGR sangat penting untuk memastikan keamanan operasi reaktor. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pipe stress dan fatigue pada bagian discharge dari Fuel Handling System (FHS) High-Temperature Gas-Cooled Reactor (HTGR), dengan fokus pada reaktor PeLUIt-40.



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

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi pipa terhadap temperatur operasional?
2. Bagaimana analisis pipe stress di bagian discharge pada Fuel Handling System?
3. Bagaimana fatigue material pada Fuel Handling System?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus pada analisis *fatigue* dan *pipe stress* pada bagian *discharge Fuel Handling System*.
2. Penelitian ini hanya fokus pada *routing* pipa.
3. Penelitian ini menggunakan *software* Solidwork untuk *routing* pipa dan desain simplifikasi komponen.
4. Penelitian ini menggunakan ANSYS untuk melakukan simulasi *Total deformation, von Mises stress, dan fatigue*.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dari penulisan skripsi ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh *thermal* pada perancangan *fuel handling system*.
2. Menganalisa pengaruh *pipe stress* pada perancangan *fuel handling system*.
3. Menganalisa pengaruh *fatigue* pada perancangan *fuel handling system*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dihasilkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan panduan desain yang lebih baik untuk *fuel handling system*, terutama dalam hal penempatan dan dimensi pipa di bagian *discharge*, guna meningkatkan performa dan ketahanan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Merancang sistem *fuel handling system* yang lebih efisien dan tahan lama, dengan mempertimbangkan faktor *fatigue*.

1.6. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

- **BAB I PENDAHULUAN**
Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.
- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang berhubungan dalam penelitian literatur yang dapat membantu berjalannya penelitian ini.
- **BAB III METODE PENELITIAN**
Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, alur penelitian, pengumpulan data penelitian, pengolahan data, dan analisis data.
- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
Bab ini berisikan uraian hasil rancangan, spesifikasi, dan konsep simulator serta membahas secara terperinci tujuan dari tugas akhir.
- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**
Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil pengolahan data dan pembahasan serta saran bagian penelitian selanjutnya. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penelitian dan bisa menyelesaikan rumusan masa.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan simulasi yang telah dilakukan mengenai *fuel handling system* (FHS) pada bagian *discharge*, beberapa kesimpulan dapat diambil terkait *von Mises stress*, deformasi, dan *fatigue* pipa:

1. Kondisi pipa pada suhu 250°C menunjukkan bahwa pipa akan mengalami deformasi. Hal ini berarti bahwa saat pipa beroperasi pada suhu tersebut, pipa tidak akan mempertahankan bentuk aslinya dan akan mengalami perubahan bentuk atau distorsi akibat pengaruh panas. Berdasarkan hasil simulasi ANSYS, *pipeline 1* mengalami penambahan panjang sebesar 8,11 mm, *pipeline 2* sebesar 15,43 mm, *pipeline 3* sebesar 3,13 mm, *pipeline 4* sebesar 4,70 mm, *pipeline 5* sebesar 7,43 mm, *pipeline 6* sebesar 11,41 mm, dan *pipeline 7* sebesar 5,63 mm.
2. Berdasarkan hasil simulasi ANSYS, *stress* di *pipeline 1* sebesar 988,58 MPa, *pipeline 2* sebesar 986,51 MPa, *pipeline 3* sebesar 989,54 MPa, *pipeline 4* sebesar 989,19 MPa, *pipeline 5* sebesar 1003,1 MPa, *pipeline 6* sebesar 1036,7 MPa, dan *pipeline 7* sebesar 990,03 MPa. Analisis *von Mises stress* pada pipa menunjukkan bahwa nilai *stress* hasil simulasi berada dalam batas aman untuk material yang digunakan yaitu 1051 MPa (Inconel 718). Simulasi menunjukkan bahwa *safety factor* di atas 1, yang berarti bahwa pipa memiliki ketahanan yang cukup untuk mengatasi beban operasional tanpa mengalami kegagalan struktural.
3. Hasil simulasi siklus kelelahan menunjukkan bahwa pipa dapat bertahan hingga 1000000 siklus sebelum mencapai batas kelelahan. Dengan asumsi pipa beroperasi sebanyak 510 siklus per hari, ini berarti pipa dapat beroperasi selama kurang lebih lima tahun sebelum memerlukan penggantian atau perawatan intensif untuk menghindari kegagalan akibat kelelahan.



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

5.2. Saran

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

1. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui detail spesifikasi pipa yang pasti, termasuk jenis material, ketebalan dinding, dan perlakuan permukaan. Spesifikasi yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja pipa dalam kondisi operasional yang berbeda.
2. 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.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



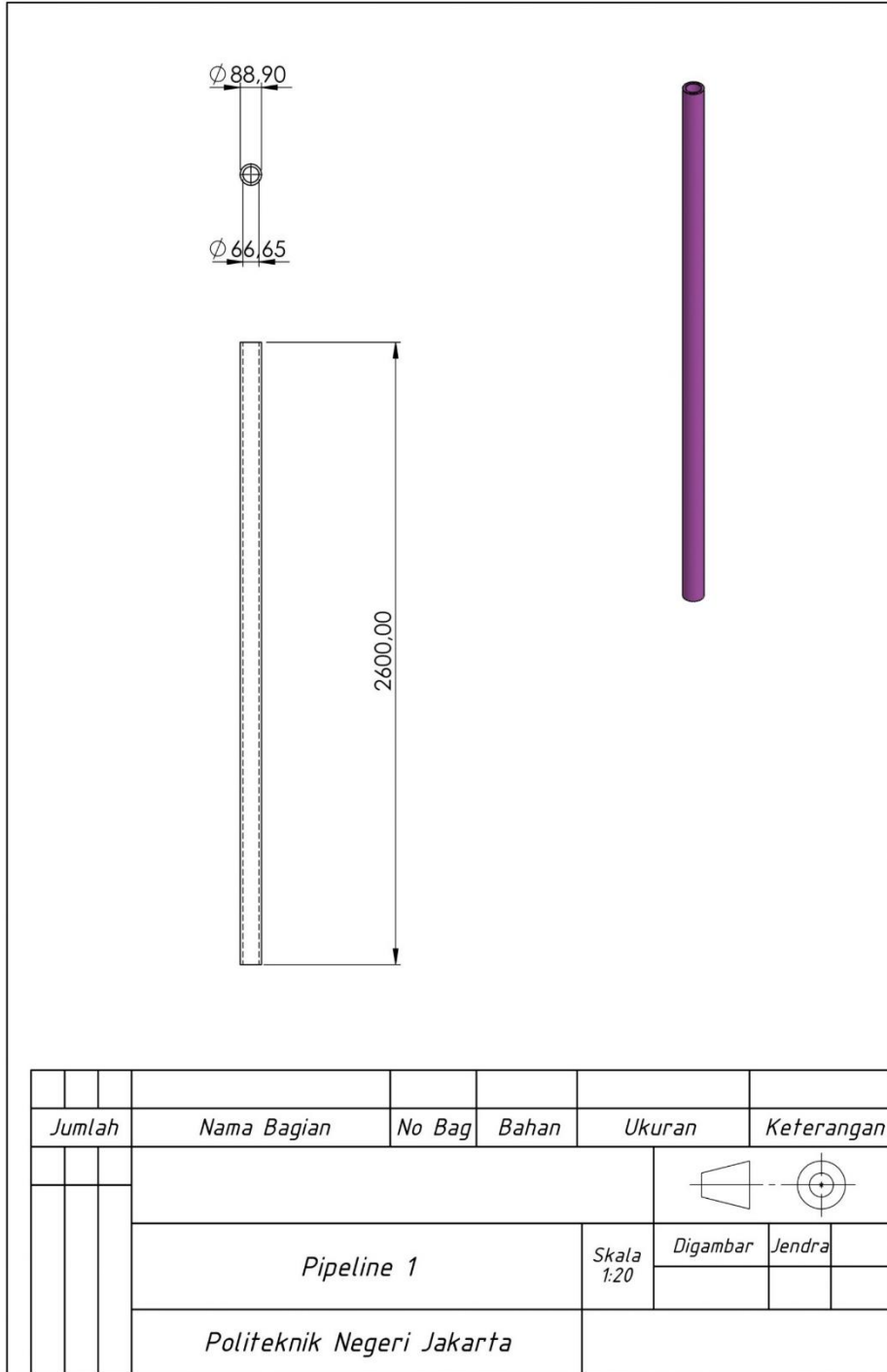
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, “Diskusi Tentang Keberadaan dan Manfaat Energi Nuklir.” [Online]. Available: <https://bapeten.go.id/berita/diskusi-tentang-keberadaan-dan-manfaat-energi-nuklir-134717>
- [2] Badan Riset dan Inovasi Nasional, “BRIN Tawarkan Hidrogen Berbasis Nuklir Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan.” [Online]. Available: <https://www.brin.go.id/news/113029/brin-tawarkan-hidrogen-berbasis-nuklir-sebagai-energi-alternatif-ramah-lingkungan>
- [3] Badan Riset dan Inovasi Nasional, “BRIN Ajak Mitra Internasional Kolaborasi Pengembangan Reaktor PeLUIt-40.” [Online]. Available: <https://www.brin.go.id/news/119261/di-forum-asia-brin-ajak-mitra-internasional-kolaborasi-pengembangan-reaktor-peluit-40>
- [4] International Atomic Energy Agency, “Fuel Handling System.” [Online]. Available: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/087/45087766.pdf
- [5] J. C. Kuijper et al., “HTGR reactor physics and fuel cycle studies,” *Nuclear Engineering and Design*, vol. 236, no. 5–6, pp. 615–634, Mar. 2006, doi: 10.1016/J.NUCENGDES.2005.10.021.
- [6] United States Nuclear Regulatory Commission, “Backgrounder on Reactor Pressure Vessel Issues.” [Online]. Available: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/prv.html>
- [7] B. Zohuri, “Nuclear Hydrogen Production Plants,” 2019, pp. 185–227. doi: 10.1007/978-3-319-93461-7_6.
- [8] J. G. Liu, H. L. Xiao, and C. P. Li, “Design and full scale test of the fuel handling system.” [Online]. Available: www.elsevier.com/locate/ned
- [9] Mardhi, A. Andryansyah, M. Haryanto, T. Setiadipura, and A. Nugroho, “STUDY ON IN-SERVICE INSPECTION PROGRAM AND METHOD FOR FUEL HANDLING SYSTEM OF RDE,” *Indonesian Journal of Engineering and Science*, vol. 2, pp. 11–15, Mar. 2021, doi: 10.51630/ijes.v2i1.9.
- [10] Aswin and A. Hasnan, “STRESS ANALYSIS EVALUATION AND PIPE SUPPORT TYPE ON HIGH-PRESSURE AND TEMPERATURE STEAMPIPE,” *International Journal of Mechanical Engineering Technologies and Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 31–38, Jan. 2023, doi: 10.21776/mechta.2023.004.01.4.
- [11] Q. Liang, C. Peng, and X. Li, “A multi-state Semi-Markov model for nuclear power plants piping systems subject to fatigue damage and random shocks under dynamic environments,” *Int J Fatigue*, vol. 168, p. 107448, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2022.107448.
- [12] Amiruddin and F. Alisyahnara Lubis, “ANALISA PENGUJIAN LELAH MATERIAL TEMBAGA DENGAN MENGGUNAKAN ROTARY BENDING FATIGUE MACHINE,” 2018.
- [13] Linn, M. Wächter, and A. Esderts, “On how S-N curves for nonproportional loading can be determined from S-N curves for proportional loading – An exemplary evaluation of numerous fatigue tests using scaled normal stresses,” *Int J Fatigue*, vol. 188, p. 108505, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2024.108505>.
- [14] Alloywire, “Inconel® 718.” [Online]. Available: <https://www.alloywire.co.id/products/inconel-718/>

Hak Cipta :

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

Lampiran 1



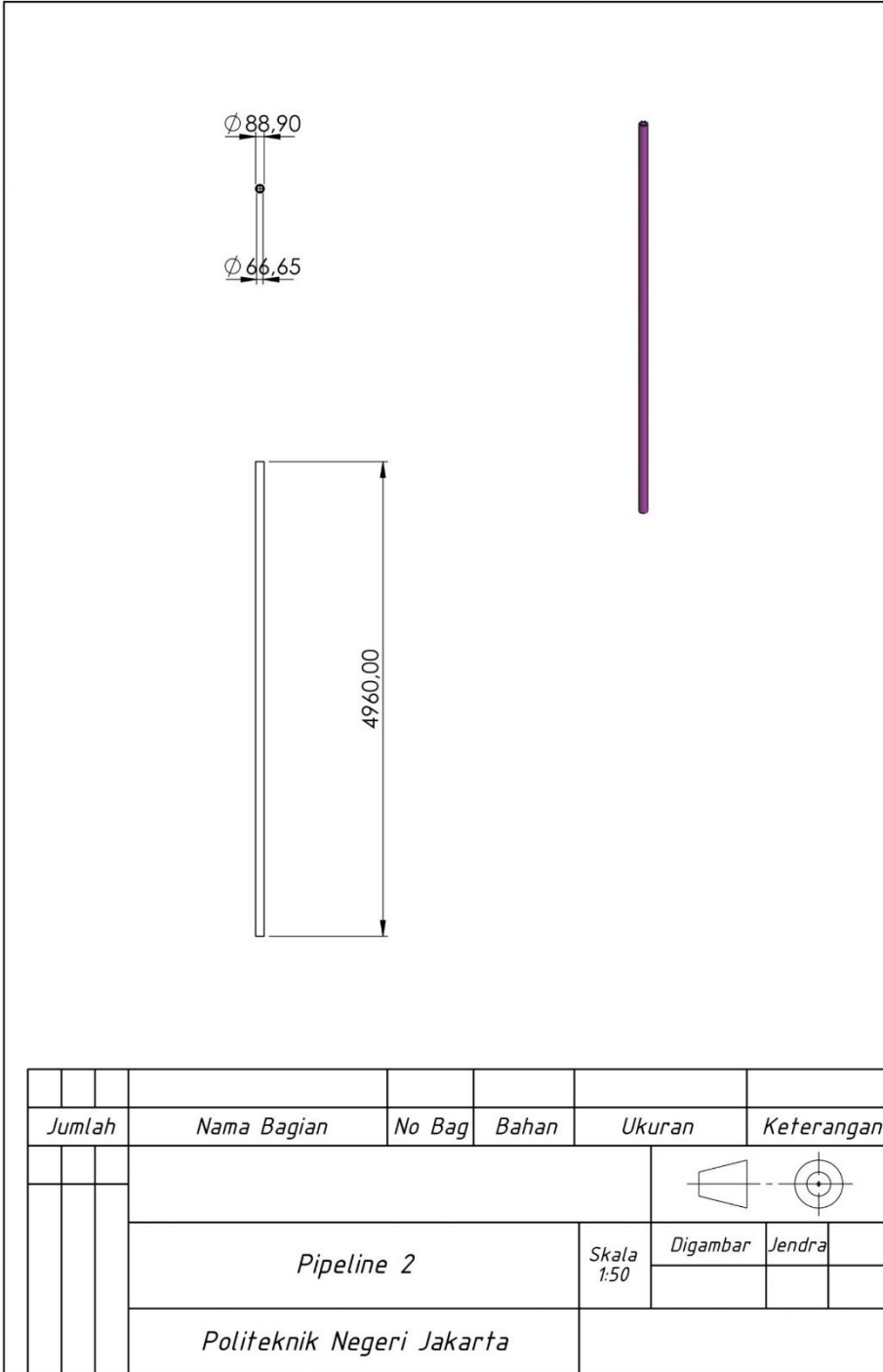
Hak Cipta :

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 2

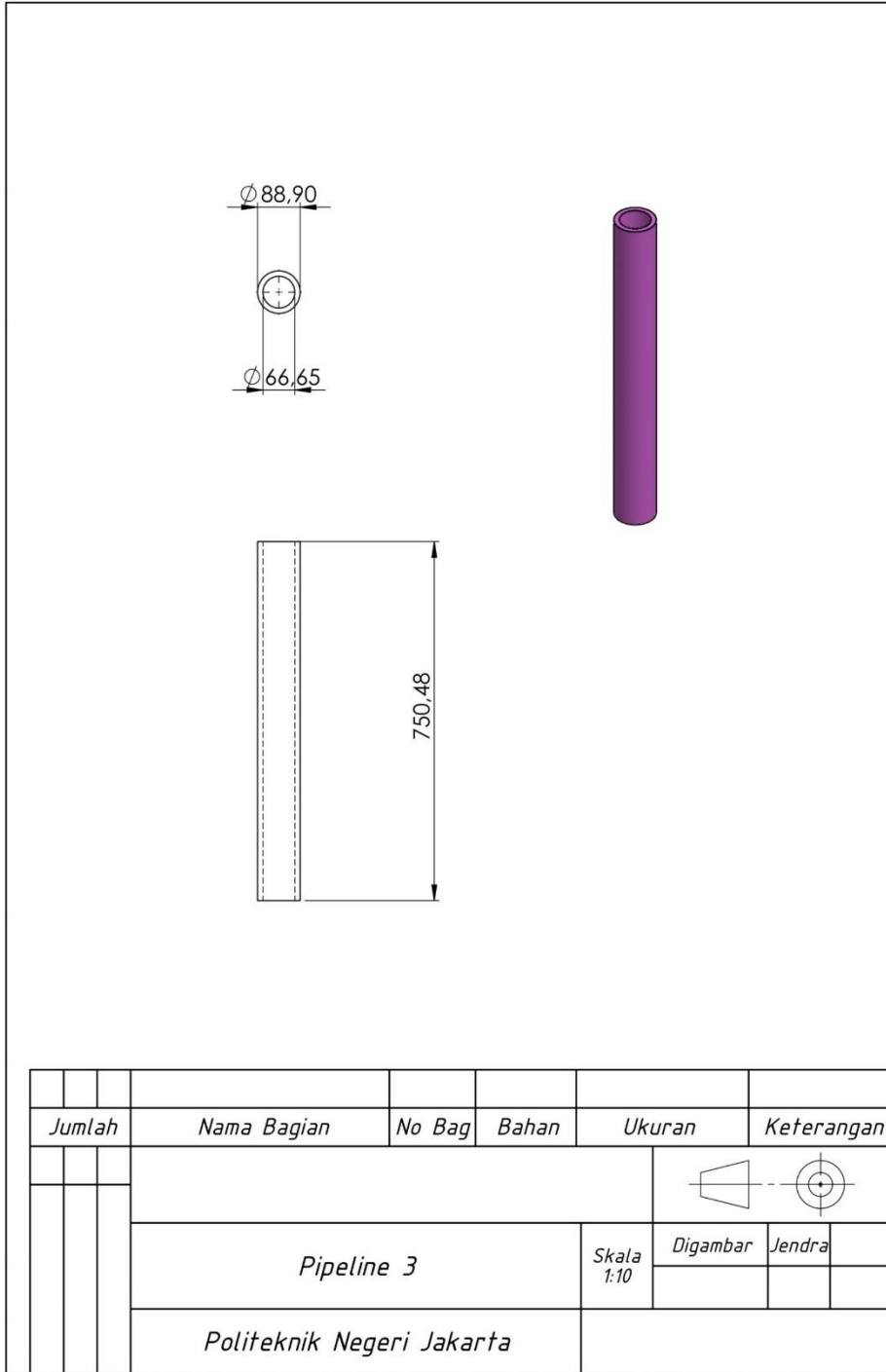
Hak Cipta :

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



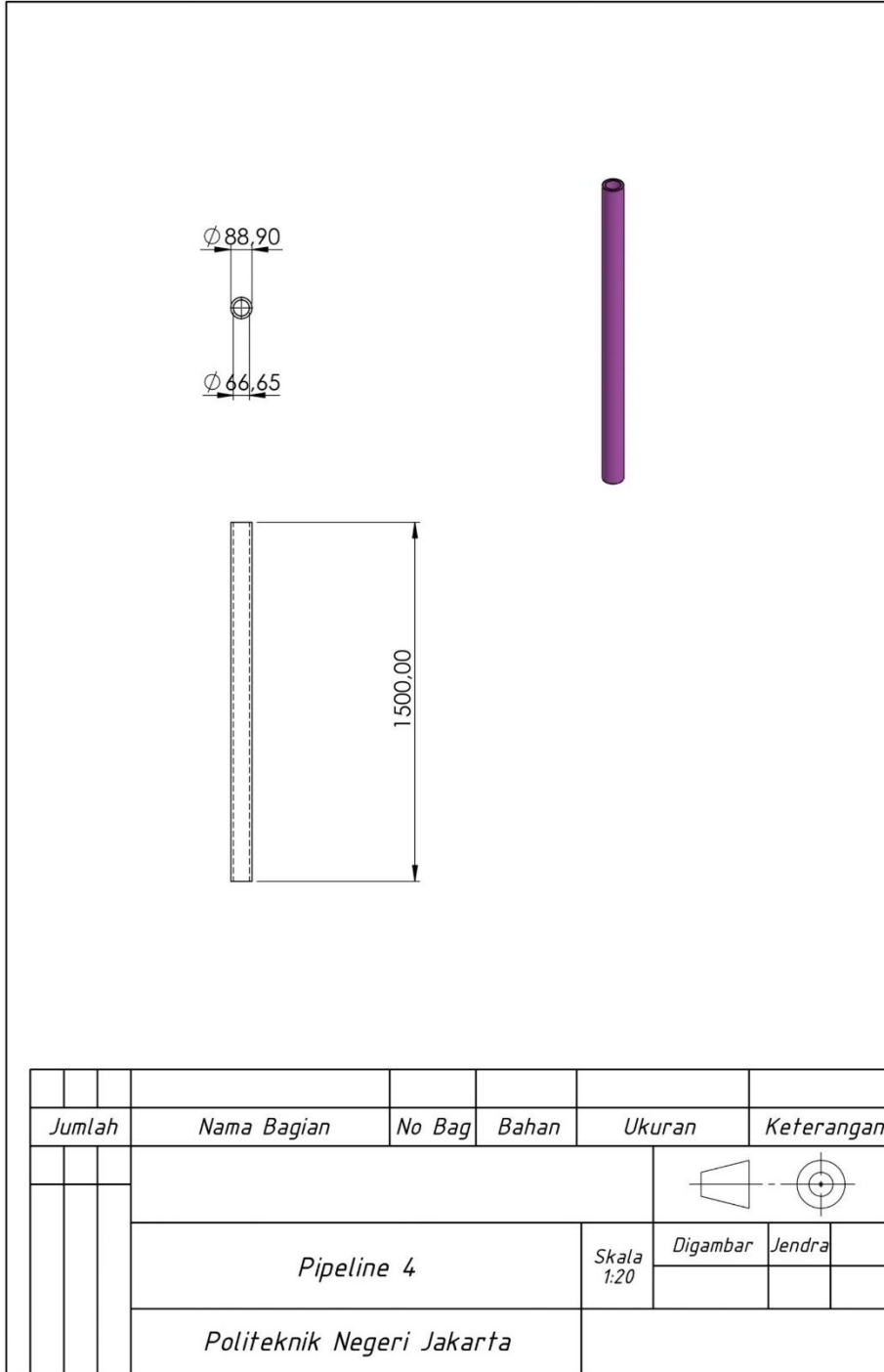
Lampiran 3

- 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



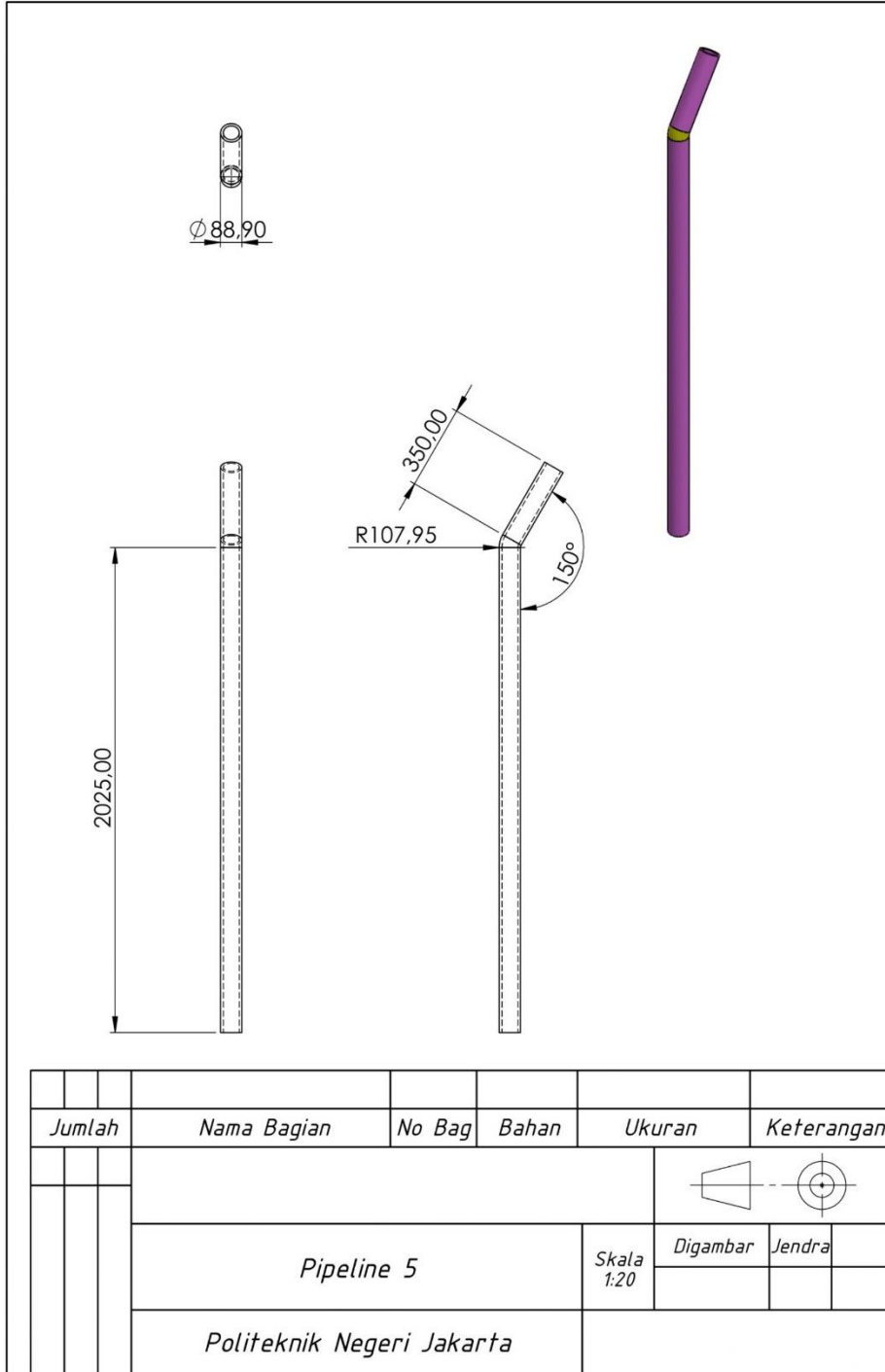
Lampiran 4

- 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



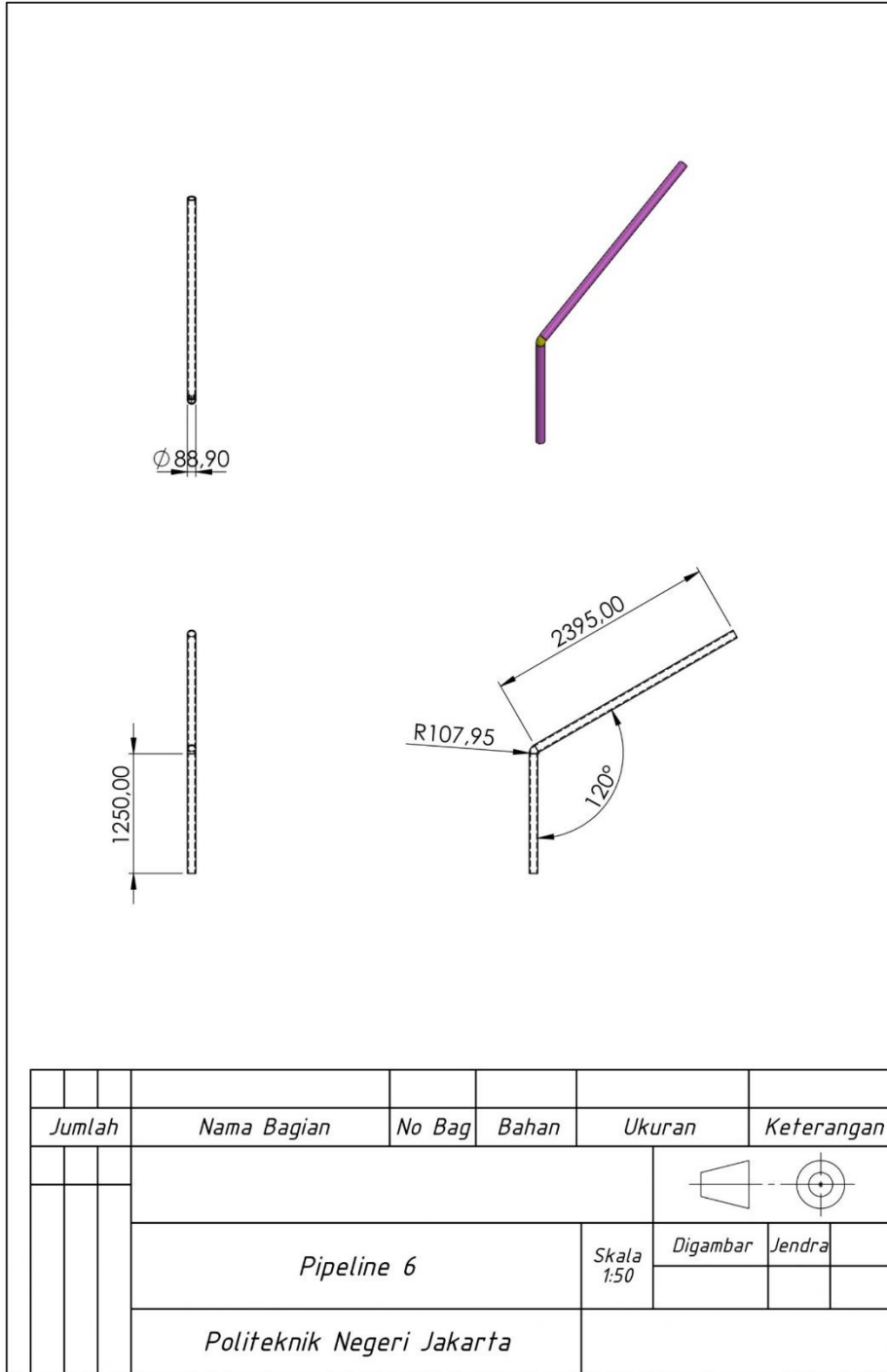
Lampiran 5

- 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



Lampiran 6

- 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 7

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

