



© 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



**PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN  
BAUT PADA *CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE  
VESSEL (RPV)* UNTUK REAKTOR NUKLIR 40 MWt  
(PeLUIt-40)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

Arya Ali Rahman

2002311032

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS, 2023



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



**PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN  
BAUT PADA *CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE  
VESSEL (RPV)* UNTUK REAKTOR NUKLIR 40 MWt  
(PeLUIt-40)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**  
Oleh:  
Arya Ali Rahman  
2002311032

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2023**



**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

**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN BAUT PADA  
CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV) UNTUK  
REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUI-40)**

Oleh:

Arya Ali Rahman

NIM. 2002311032

Program Studi D3 Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng. Ir Muslimin, S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

Dr.Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. NIP. 198901312019031009

Kepala Program Studi  
D3 Teknik Mesin

Budi Yuwono S.T.  
NIP. 196306191990031002

Pembimbing Institusi

Farisy Yogatama Sulistyio S.T., M.T.  
NIP. 199311212018011002



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

HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN BAUT PADA  
CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV) UNTUK  
REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Oleh:  
Arya Ali Rahman  
NIM. 2002311032  
Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

Dewan Penguji

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng NIP. 198901312019031009	Ketua		11/08-2023
2.	Rosidi, S.T., M.T. NIP. 196509131990031001	Anggota		11/08 2023
3.	Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Anggota		11/8-2023
4.	Farisy Yogatama Sulistyono, S.T., M.T. NIP. 199311212018011002	Anggota		11/8 2023

Depok, 11 Agustus 2023

Disahkan oleh:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



R. 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 ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arya Ali Rahman  
NIM : 2002311032  
Program Studi : D3 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, 7 Agustus 2023



Arya Ali Rahman  
NIM. 2002311032



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

## PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN BAUT PADA *CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV)* UNTUK REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Arya Ali Rahman<sup>1)</sup>, Muslimin<sup>1)</sup>, Pribadi Mumpuni Adhi<sup>1)</sup>, Farisy Yogatama  
Sulistyo<sup>2)</sup>

- 1) Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
- 2) Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) kawasan Puspiptek, gedung 80, Serpong, 15310, Indonesia

Email: [arya.alirahman.tm20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:arya.alirahman.tm20@mhs.w.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

Integritas struktur dan keamanan komponen RPV khususnya pada bagian *closure head* harus mendukung aspek sistem keselamatan reaktor. Pada *closure head* terdapat sambungan mur dan baut yang jika tidak kuat akan terjadi kebocoran sehingga terjadi kegagalan struktur. Maka dari itu, pentingnya melakukan penelitian pada *closure head* terutama di sambungan mur dan baut. Tujuan penelitian ini adalah mendesain struktur sambungan mur dan baut pada *closure head* RPV 40 MW berdasarkan data-data yang didapat dari Pusat Riset dan Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN). Metodologi yang digunakan yaitu pembuatan model 3D *closure head* serta komponen pendukungnya pada *Solidworks*, simulasi pada tegangan thermal dan tegangan statik dalam kondisi tunak dengan skenario operasi reaktor dalam kondisi normal menggunakan perangkat lunak ANSYS. Hasil yang diperoleh dari simulasi yaitu *Equivalent stress (Von Misses)* pada setiap komponen. Hasil ini dibandingkan dengan nilai tegangan ijin materialnya. Dari hasil simulasi diperoleh *equivalent stress (Von misses)* pada desain baut sebesar 249,22 MPa, pada gasket sebesar 31,07 MPa, pada mur sebesar 153 MPa, pada *upper flange* sebesar 128,55 MPa, pada *lower flange* sebesar 106,36 MPa, pada *upper cylindrical shell* sebesar 155,65 MPa, pada *closure head* sebesar 198,44 MPa. Hasil *equivalent stress (Von misses)* tersebut lalu dibandingkan dengan tegangan ijin materialnya dan didapatkan bahwa *equivalent stress (Von misses)* pada *closure head* dan *upper cylindrical shell* masih diatas tegangan ijin materialnya (130 MPa), maka dari itu perlu dilakukan perbaikan pada *closure head* dan *upper cylindrical shell* baik itu dari materialnya atau geometrinya.

Kata kunci: *Closure Head, Reactor Pressure Vessel, High Temperature Gas Cooled Reactor*, Reaktor Nuklir



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

# PERANCANGAN STRUKTUR SAMBUNGAN MUR DAN BAUT PADA *CLOSURE HEAD REACTOR PRESSURE VESSEL* (RPV) UNTUK REAKTOR NUKLIR 40 MW (PeLUIt-40)

Arya Ali Rahman<sup>1)</sup>, Muslimin<sup>1)</sup>, Pribadi Mumpuni Adhi<sup>1)</sup>, Farisy Yogatama  
Sulistyo<sup>2)</sup>

1) Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus  
UI Depok 16424

2) Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) kawasan  
Puspipstek, gedung 80, Serpong, 15310, Indonesia

Email: [arya.alirahman.tm20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:arya.alirahman.tm20@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

The integrity of the structure and security of RPV components, particularly in the closure head section, must support the aspects of reactor safety systems. The closure head contains connections of nuts and bolts which, if not strong enough, could lead to leaks and structural failure. Therefore, the importance of conducting research on the closure head, especially on the nut and bolt connections, is evident. The purpose of this research is to design the structure of the nut and bolt connections in the RPV 40 MW closure head based on data obtained from the Nuclear Research and Technology Center (PRTRN). The methodology employed involves creating a 3D model of the closure head and its supporting components using Solidworks. Simulations are conducted on thermal and static stresses under steady-state conditions with reactor operation scenarios in normal conditions using ANSYS software. The simulation results include the equivalent stress (Von Mises) on each component. These results are then compared to the permissible material stress values. From the simulation results, the equivalent stress (Von Mises) in the bolt design is 249.22 MPa, in the gasket it is 31.07 MPa, in the nut it is 153 MPa, in the upper flange it is 128.55 MPa, in the lower flange it is 106.36 MPa, in the upper cylindrical shell it is 155.65 MPa, and in the closure head it is 198.44 MPa. These equivalent stress results are then compared to the permissible material stress, and it is determined that the equivalent stress in the closure head and upper cylindrical shell exceeds the permissible material stress (130 MPa). Therefore, improvements are necessary for the closure head and upper cylindrical shell, either in terms of material or geometry..

Keywords: Closure Head, Reactor Pressure Vessel, High Temperature Gas Cooled Reactor, Nuclear Reactor



**Hak Cipta :**

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

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Struktur Sambungan Mur dan Baut pada *Closure Head Reactor Pressure Vessel (RPV)* untuk Reaktor nuklir 40 MWt (PeLUIt-40)”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III, Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga 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 Dr. Eng Pribadi Mumpuni Adhi S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Farisy Yogatama Sulistyو S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir dari BRIN yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Subhan S.T., M.Eng. dan Bapak Farisy Yogatama Sulistyو S.T., M.T. selaku Pembimbing *On Job Training (OJT)* yang telah memberikan data dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Almarhum bapak, serta ibu saya yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Para member JKT48 terutama Azizi Asadel dan Freya Jayawardana yang telah memberikan penulis semangat dalam menyusun tugas akhir.
7. Rekan-rekan Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Teknik Mesin.



Depok, 7 Agustus 2023



Arya Ali Rahman

NIM. 2002311032



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Manfaat Penulisan.....	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>High Temperature Gas-Cooled Reactor</i> (HTGR) .....	6
2.2 Pembangkit Listrik dan Uap untuk Industri (PeLUIt-40).....	6
2.3 Komponen dan fungsi pada <i>nuclear island</i> .....	9
2.4 Definisi <i>Reactor Pressure Vessel</i> (RPV).....	10
2.5 <i>Closure Head</i> pada <i>Reactor Pressure Vessel</i> (RPV).....	11
2.6 Flange.....	13
2.7 Baut dan Mur .....	14
2.7.1 Jenis jenis baut.....	14
2.7.2 Jenis Jenis Mur.....	17
2.7.3 Spesifikasi Baut .....	18



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

2.7.4	Jenis Jenis Ulir .....	20
2.8	Toleransi .....	26
2.8.1	Jenis Jenis Toleransi .....	26
2.9	Perangkat lunak <i>Computer Aided Design (CAD)</i> .....	30
2.10	<i>Solidworks</i> .....	31
2.11	ANSYS.....	32
2.11.1	ANSYS <i>Thermal</i> .....	32
2.11.2	ANSYS <i>Static Structural</i> .....	32
2.12	Material <i>Closure Head</i> RPV .....	33
2.13	Persamaan Perhitungan RPV .....	35
2.13.1	Ketebalan <i>Closure Head</i> dan <i>Upper Cylindrical Shell</i> .....	35
2.13.2	Lebar Gasket.....	35
2.13.3	Metode Perhitungan Beban.....	36
2.13.4	Pehitungan Jumlah Baut yang Digunakan.....	38
2.13.5	Perhitungan Tegangan .....	39
2.13.6	Perhitungan Tegangan Ijin Material .....	39
BAB III	METODE Pengerjaan Tugas Akhir .....	41
3.1	Diagram Alir .....	41
3.2	Penjelasan Setiap Langkah .....	42
3.3	Metode Pemecahan Masalah .....	52
BAB IV	PEMBAHASAN.....	53
4.1	Hasil Spesifikasi Desain Sambungan Mur dan Baut pada <i>Closure head</i> RPV .....	53
4.2	Hasil Geometri Desain.....	54
4.4	Hasil Simulasi.....	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR	PUSTAKA .....	66

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Toleransi umum .....	27
Tabel 2.2 Toleransi umum untuk radius dan chamfer .....	27
Tabel 2.3 Toleransi umum untuk sudut .....	27
Tabel 2.4 Lambang geometri .....	29
Tabel 2.5 Data spesifikasi setiap komponen .....	33
Tabel 2.6 Komposisi kimia material SA 516-70 .....	33
Tabel 2.7 Komposisi kimia material ASTM SA193 B7 .....	34
Tabel 2.8 Komposisi kimia material inconel 718 .....	34
Tabel 3.1 Tipe <i>meshing</i> dan ukuran .....	48
Tabel 3.2 Hasil <i>meshing</i> .....	49
Tabel 4.1 Hasil perhitungan .....	53
Tabel 4.2 Desain Parameter .....	53
Tabel 4.3 Dimensi Desain .....	54
Tabel 4.4 Hasil analisis tegangan setiap komponen .....	63

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 GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Uprating</i> RDE 10 MWt ke PeLUIt-40.....	7
Gambar 2.2 Skema umum RDE.....	8
Gambar 2.3 Komponen <i>nuclear island</i> .....	9
Gambar 2.4 <i>Reactor Pressure Vessel</i> (RPV) .....	11
Gambar 2.5 Potongan <i>Closure head</i> pada <i>Reactor Pressure Vessel</i> (RPV).....	12
Gambar 2.6 <i>Carriage bolts</i> .....	15
Gambar 2.7 <i>Square head bolts</i> .....	15
Gambar 2.8 <i>flange bolts</i> .....	16
Gambar 2.9 <i>Stud bolt</i> .....	16
Gambar 2.10 <i>Hex bolt</i> .....	17
Gambar 2.11 Mur segi enam.....	17
Gambar 2.12 <i>Castellated nut</i> .....	18
Gambar 2.13 Mur pengunci .....	18
Gambar 2.14 Bentuk baut secara umum .....	19
Gambar 2.15 <i>Part thread</i> .....	19
Gambar 2.16 <i>Full thread</i> .....	20
Gambar 2.17 Ulir <i>metric</i> .....	21
Gambar 2.18 Ulir <i>whitworth</i> .....	21
Gambar 2.19 Ulir pipa.....	22
Gambar 2.20 Ulir UNF .....	22
Gambar 2.21 Ulir UNC .....	23
Gambar 2.22 Ulir segiempat .....	23
Gambar 2.23 Ulir trapesium.....	24
Gambar 2.24 Ulir bulat .....	24
Gambar 2.25 Ulir bola.....	25
Gambar 2.26 Ulir tanduk.....	25
Gambar 2. 27 Pengukuran toleransi .....	26



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

Gambar 2.28 Contoh penambahan toleransi umum pada drawing .....	27
Gambar 2.29 Contoh penambahan toleransi khusus pada drawing .....	28
Gambar 2.31 Contoh penambahan toleransi geometri pada drawing .....	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan struktur Mur dan Baut pada <i>closure head RPV</i> 40 MWt (PeLUIt-40).....	41
Gambar 3.2 Analisis skematik dengan perangkat lunak ANSYS.....	43
Gambar 3.3 Penginputan material pada perangkat lunak ANSYS .....	44
Gambar 3.4 Kontak pada gasket .....	44
Gambar 3.5 Kontak pada <i>lower flange</i> -baut .....	45
Gambar 3.6 Kontak pada <i>upper flange</i> -mur .....	45
Gambar 3.7 Kontak pada mur-baut.....	46
Gambar 3.8 Kontak pada <i>closure head-upper flange</i> .....	46
Gambar 3.9 Kontak pada <i>lower flange-upper cylindrical shell</i> .....	47
Gambar 3.10 Hasil Meshing .....	48
Gambar 3.11 Free body diagram sambungan mur dan baut pada <i>closure head RPV</i> .	50
Gambar 3.12 <i>Thermal loading condition</i> .....	51
Gambar 3.13 <i>Static loading condition</i> .....	51
Gambar 4.1 3D Geometri desain.....	55
Gambar 4.2 Dimensi mur dan baut .....	56
Gambar 4.3 Hasil <i>equivalent stress (Von misses)</i> pada <i>closure head</i> .....	57
Gambar 4.4 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada <i>upper flange</i> .....	58
Gambar 4.5 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada gasket .....	59
Gambar 4.6 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada <i>lower flange</i> .....	60
Gambar 4.7 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada <i>upper cylindrical shell</i> .....	61
Gambar 4.8 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada baut.....	62
Gambar 4.9 Hasil <i>equivalent stress (von misses)</i> pada mur .....	63



**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 1.1 Perhitungan dimensi komponen ..... 68







**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

Pada tahun 2021, BRIN bekerja sama dengan PT Pertamina membuat suatu desain reaktor nuklir untuk kogenerasi yg diberi nama Pembangkit Listrik dan Uap untuk Industri (PeLUIt) [1]. PeLUIt adalah produk *hi-tech* untuk menjamin pasokan listrik dan uap panas untuk industri [2]. Reaktor PeLUIt merupakan reaktor tipe *High Temperature Gas Cooled Reactor* (HTGR). HTGR merupakan reaktor bertemperatur tinggi yang menggunakan pendingin gas dan dirancang dengan *Low Enriched Uranium (LEU)* [3]. Reaktor ini merupakan reaktor skala *Small Modular Reactor* (SMR) atau reaktor modular skala kecil, yang mempunyai fitur keselamatan melekat dan sistem keselamatan pasif dengan mekanisme perpindahan panas alami dari konduksi, konveksi alami, dan radiasi termal [4]. Reaktor didesain tidak hanya untuk memasok listrik tetapi juga untuk memasok uap atau gas temperatur tinggi untuk keperluan kogenerasi seperti produksi hidrogen, pencairan batubara, pengambilan/pengangkatan sisa minyak di pengeboran (*EOR, Enhanced Oil Recovery*), dan lain-lain [5].

Salah satu bagian terpenting pada reaktor nuklir adalah bagian teras reaktor. Bagian teras merupakan tempat terjadinya reaksi fisi berantai untuk menghasilkan panas. Untuk mendinginkan reaktor agar temperatur teras reaktor sesuai dengan desain yang diinginkan, maka diperlukan fluida pendingin. Fluida yang digunakan pada desain reaktor PeLUIt adalah gas helium. Gas helium dipilih sebagai fluida kerja pendingin di reaktor karena beberapa pertimbangan seperti termasuk golongan gas mulia, tidak korosif dan kapasitas thermalnya yang tinggi [6]. Gas helium ini berperan sebagai pendingin yang dikombinasikan dengan bahan teras yang tahan panas seperti grafit.



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

Salah satu komponen utama pada PeLUIt adalah *Reactor Pressure Vessel* (RPV). RPV memiliki tujuan utama sebagai media yang diberikan tekanan dan temperatur pada komponen dalam RPV. RPV umumnya memiliki struktur geometri kompleks yang terdiri dari berbagai diskontinuitas geometri dan umumnya digunakan untuk bekerja dibawah kondisi pembebanan yang tinggi seperti beban thermal, tekanan internal, dan lain-lain.

Pada RPV, terdapat sambungan yang digunakan dalam setiap komponennya. Salah satunya yaitu sambungan mur dan baut pada *closure head*. Sambungan mur dan baut merupakan hal yang penting karena untuk mencegah kebocoran yang ada di dalam RPV tersebut. Selain itu, gasket juga diperlukan untuk menghindari gesekan antar flange. Pada desain awal, jumlah baut adalah 80 mengacu kepada desain Reaktor Daya Eksperimental (RDE) 10 MW [7]. Jumlah baut ini perlu dioptimasi dengan tetap memperhatikan aspek keselamatan. Perancangan struktur sambungan mur dan baut pada *closure head* RPV dapat di analisis dengan metode perhitungan dan analisis dengan perangkat lunak *Finite Element Analysis* (FEA).

## 1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukan perancangan struktur mur dan baut pada *closure head reactor pressure vessel* (RPV) yaitu:

1. Mendesain sambungan mur dan baut pada *closure head* RPV PeLUIt-40 berdasarkan data-data yang didapat dari Pusat Riset dan Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN) di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
2. Melakukan perhitungan beban yang terjadi pada sambungan mur dan baut pada *closure head* RPV PeLUIt-40.
3. Melakukan analisis pada perangkat lunak ANSYS untuk mendapatkan

tegangan (*equivalent von misses*) yang terjadi pada sambungan mur dan baut.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perancangan struktur mur dan baut pada *closure head* RPV yaitu:

1. Tidak membahas mengenai aliran fluida didalam RPV.
2. Tidak membahas perpindahan panas yang terjadi di RPV.
3. Hanya bagian atas dari RPV yang ditinjau.
4. Tidak membahas nuklir secara mendalam.

### 1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat dilakukan penelitian tugas akhir yaitu:

1. Mendapatkan hasil desain yang sesuai dengan data-data yang diberikan oleh Pusat Riset dan Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN) di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
2. Mendapatkan hasil perhitungan beban yang terjadi pada sambungan mur dan baut pada *closure head* RPV PeLUIt-40.
3. Mendapatkan tegangan (*Equivalent von misses*) yang terjadi pada sambungan mur dan baut berdasarkan hasil analisis pada perangkat lunak ANSYS.

### 1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan penelitian tugas akhir ini menggunakan beberapa data sebagai berikut:

1. Data Primer

Data ini didapat sebelum dilakukan perhitungan dan simulasi pada *closure head* RPV, seperti dimensi *closure head*, *upper flange*, *lower flange*, *upper*



#### 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

*cylindrical shell*, baut, dan mur.

2. Data sekunder

Data-data pendukung yang didapat selama proses simulasi, seperti temperatur dan tekanan.

Selain itu, metode penulisan penelitian tugas akhir ini menggunakan beberapa cara pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Yaitu dengan mencari literatur terkait desain *Closure head pada Reactor Pressure Vessel (RPV)*.

2. Berdiskusi

Yaitu menanyakan dan berkonsultasi terhadap hasil desain dan simulasi kepada ahlinya yaitu dari dosen pembimbing kampus dan pembimbing luar yaitu dari Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN) di BRIN mengenai validasi hasil.

## 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut

### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan-landasan teori dan pembahasan materi



#### 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

terkait penelitian dan digunakan sebagai kajian dalam penulisan.

### BAB III : METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini membahas tentang diagram alir penelitian, penjelasan langkah kerja penelitian, dan metode pemecahan masalah tugas akhir.

### BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil desain geometri, pengerjaan hitungan, simulasi sesuai tujuan tugas akhir ini.

### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan dan saran terkait penelitian selanjutnya.



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

#### Hak Cipta :

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

