



© 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 PERPINDAHAN PANAS DI TERAS
REAKTOR DAN HOMOGENISASI TEMPERATUR
GAS HELIUM DI HOT GAS CHAMBER REAKTOR 40
MW (PeLUIt-40)**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Muh. Alif Hidayat S
NIM. 2002311037

**PROGRAM STUDI DIII 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DI TERAS
REAKTOR DAN HOMOGENISASI TEMPERATUR
GAS HELIUM DI HOT GAS CHAMBER REAKTOR 40
MW (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:

**Muh. Alif Hidayat S
NIM. 2002311037**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DI TERAS REAKTOR DAN HOMOGENISASI TEMPERATUR GAS HELIUM DI *HOT GAS* *CHAMBER* REAKTOR 40 MW (PeLUIt-40)

Oleh:

Muh. Alif Hidayat S

NIM. 2002311037

Program Studi DIII 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

Ketua Program Studi
DIII Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.
NIP. 196306191990031002

Pembimbing Institusi

Farisy Yogatama Sulisty, 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DI TERAS REAKTOR DAN HOMOGENISASI TEMPERATUR GAS HELIUM DI *HOT GAS* CHAMBER REAKTOR 40 MW (PeLUIt-40)

Oleh:

Muh. Alif Hidayat S

NIM. 2002311037

Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 25 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III 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		25/8/23
2.	Muhammad Hidayat Tullah, S.T., M.T. NIP. 198905262019031008	Anggota		25/8/23
3.	Drs. Darius Yuhas, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Anggota		25/8/23
4.	Farisy Yogatama Sulisty, S.T., M.T. NIP. 199311212018011002	Anggota		25/8/23

Depok, 25 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP 197707142008121005



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Alif Hidayat S
NIM : 2002311037
Program Studi : DIII 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, 25 Agustus 2023



Muh. Alif Hidayat S

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

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DI TERAS REAKTOR DAN HOMOGENISASI TEMPERATUR GAS HELIUM DI *HOT* *GAS CHAMBER* REAKTOR 40 MW (PeLUIt-40)

Muh. Alif Hidayat S¹⁾, Muslimin²⁾, Pribadi Mumpuni Adhi²⁾, Farisy Yogatama
Sulistyo³⁾

- ¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
²⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
³⁾Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Kawasan Puspiptek Gedung No. 80, Serpong, Tangerang Selatan, 15310

Email: muh.alifhidayats.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

PT Pertamina, Universitas Pertamina, dan ORTN BRIN merencanakan pembangunan reaktor berdaya termal 40 MW (PeLUIt-40) yang berbasis reaktor temperatur tinggi berpendingin gas atau *high temperature gas-cooled reactor* (HTGR). Dalam proses perancangan reaktor nuklir ada beberapa analisis yang perlu dilakukan salah satunya adalah analisis termal hidrolik di teras reaktor untuk melihat karakteristik atau fenomena yang terjadi pada teras reaktor saat keadaan operasi normal. Selain itu, terdapat satu masalah yang dihadapi reaktor berbasis HTGR adalah deviasi temperatur gas pendingin sehingga dibutuhkan tempat pencampuran gas pendingin yang dinamakan *hot gas chamber* agar temperatur gas pendingin menjadi cukup homogen. Pada tugas akhir ini akan menganalisis termal hidrolik di teras reaktor dan homogenisasi temperatur di *hot gas chamber*, dengan menggunakan metode berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada software ANSYS Fluent. Pada hasil simulasi diperoleh temperatur maksimum gas pendingin 799,15°C dan tingkat homogenitas 95,38% di *outlet* reaktor dengan temperatur rata-rata 700,698°C.

Kata kunci: PeLUIt-40, teras reaktor, termal hidrolik, *hot gas chamber*, homogenisasi temperatur, CFD



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

HEAT TRANSFER ANALYSIS IN THE REACTOR CORE AND TEMPERATURE HOMOGENIZATION OF HELIUM GAS IN THE HOT GAS CHAMBER OF THE 40 MW REACTOR

(PeLUIt-40)

Muh. Alif Hidayat S¹⁾, Muslimin²⁾, Pribadi Mumpuni Adhi²⁾, Farisy Yogatama

Sulistyo³⁾

- ¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
- ²⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
- ³⁾Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Kawasan Puspiptek Gedung No. 80, Serpong, Tangerang Selatan, 15310

Email: muh.alifhidayats.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

PT Pertamina, Universitas Pertamina, and ORTN BRIN are planning to develop a 40 MW thermal power reactor (PeLUIt-40) based on a high-temperature gas-cooled reactor (HTGR). In the process of designing a nuclear reactor, several analyses need to be conducted, one of which is the thermal-hydraulic analysis in the reactor core to observe characteristics or phenomena that occur during normal operation. Additionally, one of the challenges faced by HTGR-based reactors is the deviation in the coolant gas temperature, which requires a gas mixing chamber known as the hot gas chamber to achieve sufficient temperature homogeneity. In this final project, the thermal-hydraulic analysis in the reactor core and the temperature homogenization in the hot gas chamber will be analyzed using Computational Fluid Dynamics (CFD) based on ANSYS Fluent software. The simulation results show that the maximum temperature of the cooling gas is 799,15°C and the homogeneity level is 98,17% at the reactor outlet with an average temperature of 700,698°C.

Keywords: PeLUIt-40, reactor core, thermal hydraulic, hot gas chamber, temperature homogenization, CFD



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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Perpindahan Panas di Teras Reaktor dan Homogenisasi Temperatur Gas Helium di *Hot Gas Chamber* Reaktor 40 MW (PeLUit-40)**”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan 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. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan 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 ini
3. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
4. Bapak Farisy Yogatama Sulisty, S.T., M.T. selaku pembimbing dari BRIN yang telah membantu dalam penelitian terkait tugas akhir ini
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
6. Rekan-rekan Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang teknik mesin.

Depok, 25 Agustus 2023


Muh. Alif Hidayat S

NIM. 2002311037



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Deskripsi PeLUIt-40.....	5
2.2 Komponen PeLUIt-40.....	7
2.2.1 Teras Reaktor.....	7
2.2.2 <i>Fuel Discharge</i>	7
2.2.3 <i>Top Plenum</i>	8
2.2.4 Ruang Homogenisasi.....	8
2.2.5 <i>Hot Gas Duct</i>	9
2.2.6 Bahan Bakar.....	10
2.2.7 Gas Pendingin.....	10
2.3 Sistem Pendingin PeLUIt-40.....	11
2.4 Computational Fluid Dynamics.....	12
2.4.1 <i>Meshing</i>	12
2.4.2 K-Epsilon (k-ε).....	14
2.4.3 Porous Media.....	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 kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 ANSYS	15
2.5.1 ANSYS SpaceClaim.....	16
2.5.2 ANSYS Fluent.....	16
2.5.3 ANSYS CFD-Post.....	16
2.6 Perpindahan Panas	17
2.7 Homogenisasi Temperatur.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Diagram Alir.....	19
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	20
3.2.1 Observasi Lapangan.....	20
3.2.2 Studi Literatur	20
3.2.3 Analisis Permasalahan.....	22
3.2.4 Pembuatan Geometri Fluida.....	22
3.2.5 Meshing.....	23
3.2.6 <i>Processing</i>	24
3.2.7 <i>Post-Processing</i>	27
3.2.8 Validasi Hasil Simulasi	28
3.2.9 Penulisan Laporan.....	28
3.3 Metode Pemecahan Masalah.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Analisis Termal Hidraulika di Teras Reaktor	30
4.2 Analisis Homogenitas Temperatur Helium di <i>Hot Gas Chamber</i>	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	43



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Referensi Penelitian Terdahulu Terkait Reaktor HTGR.....	20
Tabel 3.2 Parameter Simulasi.....	25
Tabel 3.3 Distribusi Power Density di Teras (W/cm^3).....	26
Tabel 4.1 Titik Pengamatan di Teras Reaktor	31
Tabel 4.2 Temperatur <i>Outlet</i> Reaktor	38
Tabel 4.3 Nilai THD <i>Hot Gas Chamber</i>	38
Tabel 4.4 Perhitungan Daya Termal di Setiap <i>Outlet</i> Reaktor	39





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip <i>Uprating</i> PeLUIt-40	5
Gambar 2.2 Skema PeLUIt-40	6
Gambar 2.3 Komponen PeLUIt-40	7
Gambar 2.4 Tampak Atas dari <i>Hot Gas Chamber</i>	8
Gambar 2.5 Potongan Memanjang <i>Hot Gas Duct</i>	9
Gambar 2.6 Bahan Bakar PeLUIt-40	10
Gambar 2.7 Sistem Pendingin PeLUIt-40	11
Gambar 2.8 Ilustrasi Terminologi <i>Mesh</i>	13
Gambar 2.9 Kualitas <i>Mesh</i> Berdasarkan <i>Skewness</i>	14
Gambar 2.10 Kualitas <i>Mesh</i> Berdasarkan <i>Orthogonality</i>	14
Gambar 2.11 Perpindahan Panas Konduksi, Konveksi, dan Radiasi	17
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	19
Gambar 3.2 Geometri Fluida Reaktor PeLUIt-40 (Tampak 3D)	22
Gambar 3.3 Geometri Fluida Reaktor PeLUIt-40 (Tampak Depan).....	23
Gambar 3.4 <i>Poly-Hexcore Mesh</i>	23
Gambar 3.5 Hasil <i>Meshing</i>	24
Gambar 3.6 <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> Geometri Fluida	25
Gambar 3.7 Koordinat di Teras Reaktor.....	27
Gambar 4.1 Kontur Temperatur Helium di Teras Reaktor.....	30
Gambar 4.2 Distribusi Temperatur Helium di Zona 1	31
Gambar 4.3 Distribusi Temperatur Helium di Zona 2	32
Gambar 4.4 Distribusi Temperatur Helium di Zona 3	33
Gambar 4.5 Distribusi Temperatur Helium di Zona 3 (Z = 188 cm sampai Z =198 cm).....	34
Gambar 4.6 Kontur Densitas Helium di Teras Reaktor	35
Gambar 4.7 Perbandingan Distribusi Temperatur Aksial Helium di Teras (R = 0 cm)	36
Gambar 4.8 Perbandingan Distribusi Temperatur Radial Helium di Teras (Z = 80 cm)	36
Gambar 4.9 Kontur Temperatur Helium di <i>Outlet</i> Teras	37
Gambar 4.10 Kontur Temperatur Helium di <i>Hot Gas Chamber</i> dan <i>Hot Gas Duct</i>	39

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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Detail Ukuran Teras Reaktor	44
Lampiran 2 Detail Ukuran <i>Bottom Plenum</i>	45
Lampiran 3 Detail Ukuran <i>Hot Gas Chamber</i>	46
Lampiran 4 Detail Ukuran <i>Hot Gas Duct</i>	47





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 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan fenomena yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Emisi ini sebagian besar berasal dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan polusi industri. Peningkatan temperatur global memiliki dampak yang serius, termasuk perubahan iklim yang ekstrem, naiknya permukaan air laut, kekeringan, banjir, dan kerugian ekosistem yang tidak dapat diperbaiki. Untuk mengatasi dampak-dampak tersebut, *net zero emission* (NZE) telah menjadi target yang dinyatakan oleh banyak negara dan organisasi internasional. Konsep ini menggambarkan transisi dari pola energi yang menghasilkan emisi tinggi menjadi pola energi yang lebih berkelanjutan, sehingga mencapai keseimbangan antara emisi yang dihasilkan dan diserap.

Indonesia telah berkomitmen untuk memenuhi *net zero emission* maksimal pada tahun 2060. Energi menjadi salah satu sektor yang difokuskan dalam upaya mencapai program NZE [1]. Energi nuklir memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi gas karbon, karena reaktor nuklir tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca selama operasinya. Oleh karena itu, PT Pertamina (Persero), Universitas Pertamina, dan ORTN BRIN melakukan kegiatan riset bersama terkait pemanfaatan energi nuklir.

Kegiatan riset tersebut menghasilkan sebuah konsep yang dikenal sebagai Pembangkit Listrik dan Uap untuk Industri (PeLUIt). Pembangkit Listrik dan Uap untuk Industri (PeLUIt) didesain berdaya termal 40 MW. Desain konsep ini dikenal sebagai PeLUIt-40. PeLUIt-40 didesain berbasis pada teknologi reaktor nuklir generasi mutakhir dengan tingkat keselamatan tinggi. PeLUIt-40 adalah produk inovasi nasional bagi kemandirian industri energi nasional yang diharapkan mampu menjamin pasokan listrik dan uap panas industri [2].

PeLUIt-40 merupakan uprating (menaikkan daya) dari desain RDE 10 MWt menjadi 40 MWt. Reaktor Daya Eksperimental (RDE) merupakan desain konsep reaktor nuklir jenis berbasis reaktor temperatur tinggi berpendingin gas atau *high*



© 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

temperature gas-cooled reactor (HTGR) yang dikembangkan oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) pada periode tahun 2017-2022 [2]. Reaktor nuklir yang berbasis HTGR termasuk PeLUIt-40 menggunakan helium gas bertekanan tinggi sebagai fluida pendingin yang melalui teras reaktor. Teras reaktor adalah bagian dari reaktor nuklir tempat terjadinya reaksi nuklir (fisi) berantai yang terkendali. Reaksi nuklir di teras reaktor HTGR akan menghasilkan energi dalam bentuk panas yang kemudian panas tersebut ditransfer ke gas helium. Gas helium yang telah dipanaskan akan mengalir ke *steam generator* untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi, yang selanjutnya digunakan untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik [3].

Keselamatan adalah salah satu faktor yang paling penting dalam pengembangan fasilitas nuklir. Struktur, sistem dan komponen (SSK) dari reaktor nuklir harus memenuhi prinsip keselamatan yang sesuai dengan regulasi dan standar yang berlaku. Salah satu SSK pada reaktor nuklir PeLUIt-40 adalah teras reaktor. Aspek keselamatan di teras reaktor HTGR sangat penting untuk diperhatikan dalam desain teras reaktor. Teras reaktor harus memenuhi filosofi keselamatan nuklir, di mana desain teras reaktor harus dikembangkan sedemikian rupa sehingga mencegah kemungkinan temperatur teras melewati batas aman [4].

Pada beberapa penelitian terkait reaktor HTGR, gas helium yang telah dipanaskan di teras reaktor memiliki deviasi/penyimpangan temperatur [5] [6]. Hal tersebut disebabkan karena fluks neutron pada teras reaktor lebih tinggi di daerah tengah daripada di daerah tepi yang selanjutnya mengakibatkan temperatur gas pendingin yang melewati bagian tengah akan lebih panas. Penyimpangan temperatur tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada komponen penukar panas di *steam generator* karena *alternating thermal load*, sehingga membahayakan keselamatan operasional. Untuk menjaga operasi *steam generator* tetap aman dan memastikan usia operasional komponen lebih lama, temperatur gas helium harus cukup homogen sebelum memasuki *steam generator*. Hal ini dilakukan dengan mencampurkan gas helium di dalam *hot gas chamber* yang terletak di dasar bejana reaktor [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

PeLUIt-40 yang berbasis reaktor HTGR harus memenuhi aspek keselamatan di teras reaktor dan juga akan mengalami permasalahan penyimpangan temperatur gas pendingin. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis dan simulasi perhitungan untuk memahami karakteristik aliran gas pendingin dan perpindahan panas pada teras reaktor dan mengevaluasi kinerja homogenisasi temperatur pada *hot gas chamber* di PeLUIt-40.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk menghitung:

- A. Distribusi temperatur di teras reaktor dan temperatur helium di *outlet* reaktor berdasarkan parameter-parameter yang digunakan.
- B. Tingkat homogenitas temperatur gas helium dari hasil homogenisasi di bagian *hot gas chamber*.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada analisis aliran fluida pendingin di reaktor PeLUIt-40 tanpa mengikutsertakan komponen dan material solid di dalamnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi instansi yang terkait dalam pengembangan PeLUIt-40, penelitian ini dapat bermanfaat untuk memberikan informasi berupa data distribusi termal di teras reaktor dan kinerja homogenisasi temperatur pada *hot gas chamber*.
2. Bagi masyarakat umum, penelitian ini dapat digunakan sebagai pengetahuan dalam menganalisa sistem pendingin di reaktor nuklir.
3. Bagi mahasiswa agar mampu mengaplikasikan ilmu dan keterampilan yang diperoleh selama proses belajar di Politeknik Negeri Jakarta.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode berbasis *computational fluid dynamics* (CFD), dengan menggunakan software ANSYS Fluent untuk mensimulasikan aliran fluida pendingin di reaktor PeLUIt-40. Data-



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

data terkait parameter yang digunakan dalam simulasi diperoleh dari studi literatur dan dari Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir BRIN.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah, metode penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir ini.

BAB III METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini berisikan diagram alir, penjelasan diagram alir, dan metode pemecahan masalah.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penyusun laporan Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



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 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi diperoleh distribusi temperatur di teras yang menunjukkan terjadinya perpindahan panas pada gas helium karena adanya panas yang dibangkitkan di teras. Distribusi temperatur menunjukkan temperatur maksimum teras adalah $799,15^{\circ}\text{C}$ dan terdapat deviasi temperatur sebesar 138°C di *outlet* teras pada arah radial.
2. Nilai THD rata-rata yang diperoleh dari hasil simulasi adalah $98,17\%$ dengan deviasi temperatur rata-rata di *outlet* reaktor $2,524^{\circ}\text{C}$. Dengan nilai tersebut menandakan bahwa model geometri *hot gas chamber* memiliki kinerja homogenisasi temperatur yang baik.

5.2 Saran

Penelitian dan analisis lebih lanjut dengan desain dan parameter yang lebih lengkap diperlukan untuk mendapatkan hasil analisis termal yang lebih kredibel dan andal. Beberapa parameter aliran lainnya juga harus diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan konfigurasi yang lebih optimal



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM Republik Indonesia, "Berkenalan dengan Net Zero Emission," 15 Februari 2022. [Online]. Available: <https://ppsdmaparatur.esdm.go.id/berita/berkenalan-dengan-net-zero-emission>.
- [2] PT Pertamina, ORTN BRIN and Universitas Pertamina, "Laporan Akhir Potensi Pemanfaatan Uap dan Listrik Reaktor Daya Eksperimental Kogenerasi HTGR 40 MW Untuk Percepatan Produksi Hidrogen di Pertamina," 2022.
- [3] Kiswanta, E. Sumarno, K. Santosa, K. Indrakoesoema and K. Handono, "Electrical Design For Helium Purification and Supply System of RDE," *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.
- [4] H. Rafliis, "KAJIAN PERSYARATAN KESELAMATAN DESAIN REAKTOR NUKLIR BERPENDINGIN GAS SUHU TINGGI (HIGH TEMPERATURE GAS COOLED REACTORS)," in *Seminar Keselamatan Nuklir*, Jakarta, 2016.
- [5] R. A. P. Dwijayanto dan M. Subekti, "Preliminary Study of Temperature Homogenisation in Experimental Power Reactor Hot Gas Chamber," *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.
- [6] R. A. P. Dwijayanto, F. Y. Sulistyono and M. Subekti, "CFD Analysis on Temperature Homogenisation Performance in Experimental Power Reactor Bottom Plenum," in *AIP Conference Proceedings 2180*, 2019.
- [7] A. G. Rodríguez, L. Y. R. Mazaira, C. R. G. Hernández, D. S. Dominguez and C. A. B. de Oliveira Lira, "An integral 3D full-scale steady-state thermohydraulic calculation of the high temperature pebble bed gas-cooled reactor HTR-10," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 373, 2021.
- [8] H. K. Versteeg dan W. Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics*, London: Pearson Education Limited, 2007.
- [9] J. J. Anderson, *Computational Fluid Dynamics: The Basics With Applications*, New York: McGraw-Hill, 1995.
- [10] C. Wiratama, "Jenis-Jenis Mesh Pada CFD," PT Markom Abadi Indonesia, 22 May 2021. [Online]. Available: <https://www.aeroengineering.co.id/2021/05/jenis-jenis-mesh-pada-cfd/>.
- [11] C. Wiratama, "Kualitas Mesh Pada Computational Fluid Dynamics (CFD)," PT Markom Abadi Indonesia, 22 May 2021. [Online]. Available: <https://www.aeroengineering.co.id/2021/05/kualitas-mesh-pada-computational-fluid-dynamics-cfd/>.
- [12] N. M. Adam, A. O. Al-Suittani, O. Attia and H. A. Mahmood, "CFD Letters Numerical Analysis for Solar Panel Subjected with an External Force to

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

- Overcome Adhesive Force in Desert Areas," *CFD letters*, vol. 12, no. 9, pp. 60-75, 2020.
- [13] ANSYS, Inc., *Ansys Fluent Theory Guide*, Canonsburg: ANSYS, Inc. and Ansys Europe, Ltd., 2021.
- [14] P. Kundu, V. Kumar, Y. Hoarau and I. M. Mishra, "Numerical simulation and analysis of fluid flow hydrodynamics through a structured array of circular cylinders forming porous medium," *Applied Mathematical Modelling*, vol. 40, no. 23-24, pp. 9848-9871, 2016.
- [15] A. Waluyo and A. Hakim, "HTGR Thermohydraulic Study on Steady-State Conditions Using ANSYS FLUENT," *2020 Annual Nuclear Safety Seminar (SKN)*, 2020.
- [16] ANSYS, Inc., [Online]. Available: <https://www.ansys.com/>. [Accessed Agustus 2023].
- [17] I. P. Widiarta, M. Suarda, M. Sucipta and I. G. K. Sukadana, "Simulasi CFD Pertukaran Udara di Ruang Tindakan Klinik Kesehatan," *Jurnal METTEK*, vol. 8, no. 2, pp. 83-92, 2022.
- [18] K. Zore, G. Parkhir, B. Sasanapuri and A. Varghese, "ANSYS MOSAIC POLY-HEXCORE MESH FOR HIGH-LIFT AIRCRAFT CONFIGURATION," in *Conference: 21st AeSI Annual CFD Symposium*, Bangalore, 2019.
- [19] IAEA, "Evaluation of High Temperature Gas Cooled Reactor Performance: Benchmark Analysis Related to the PBMR-400, PBMM, GT-MHR, HTR-10 and the ASTRA Critical Facility.," IAEA, Vienna, 2013.
- [20] Z. Yangping, L. Fu, H. Pengfei, H. Feng and S. Lei, "Thermal hydraulic analysis for hot gas mixing structure of HTR-PM," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 271, pp. 510-514, 2014.

LAMPIRAN



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

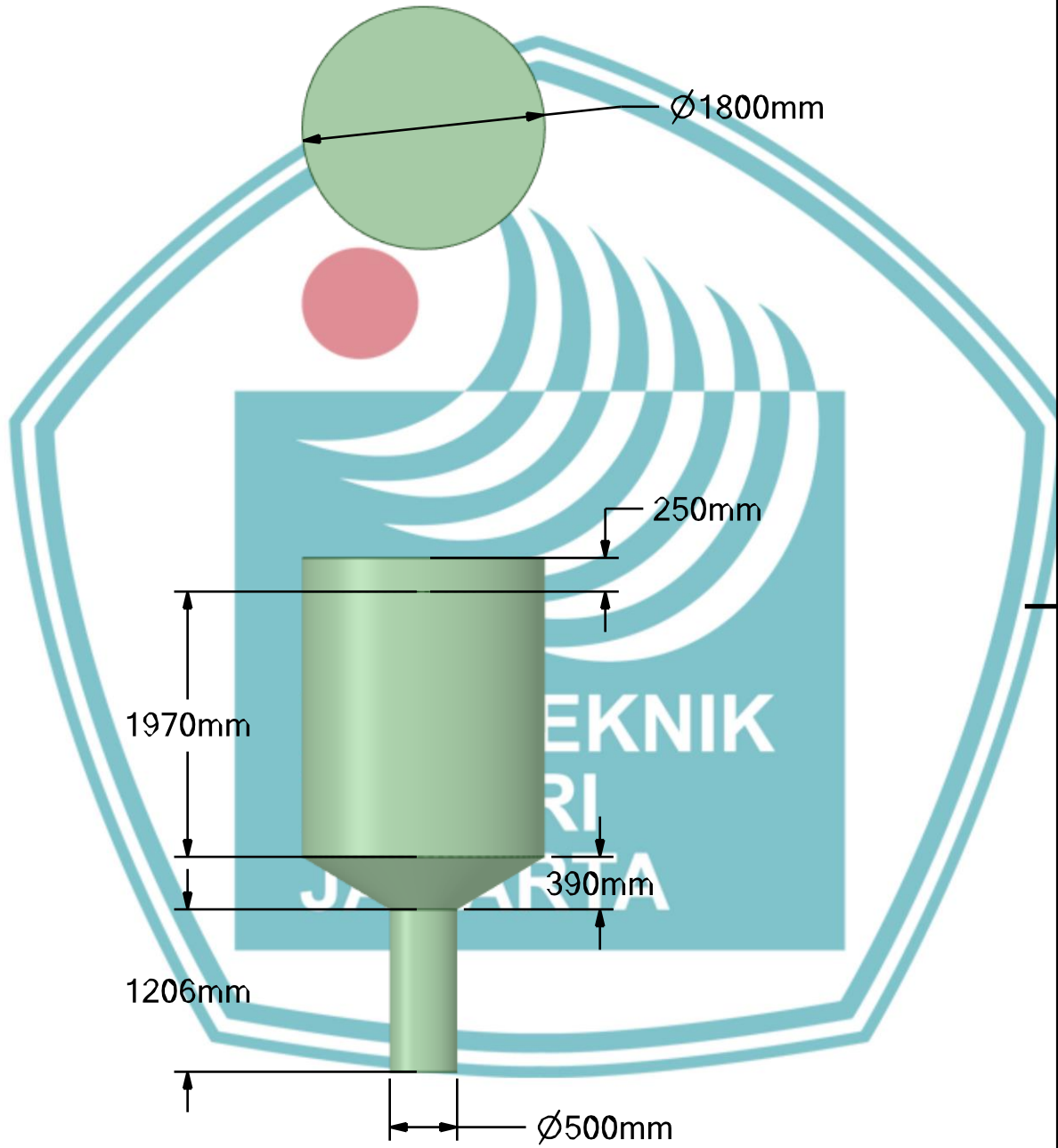




Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menghantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan harus untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pemertanian karya ilmiah, penerbitan 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



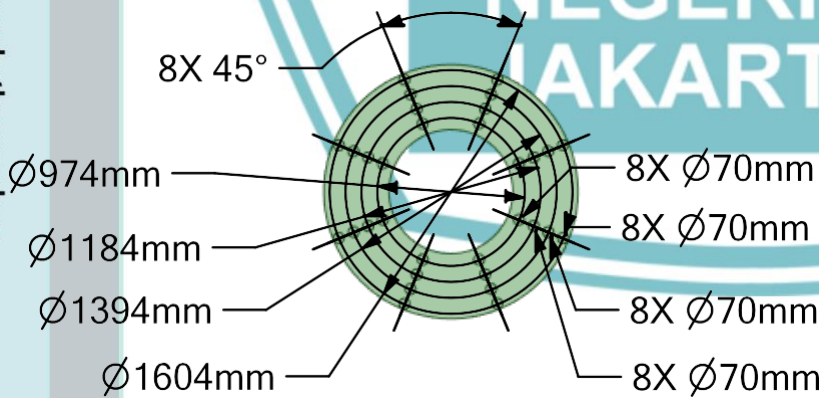
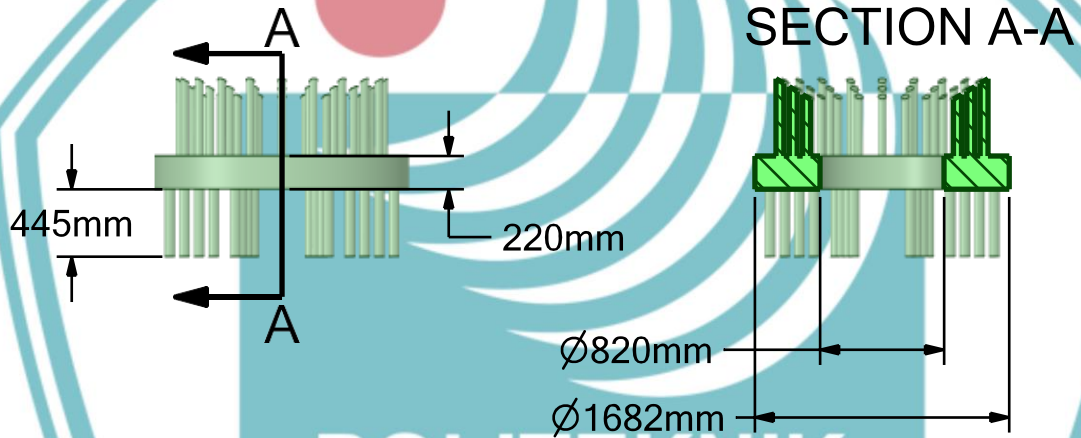
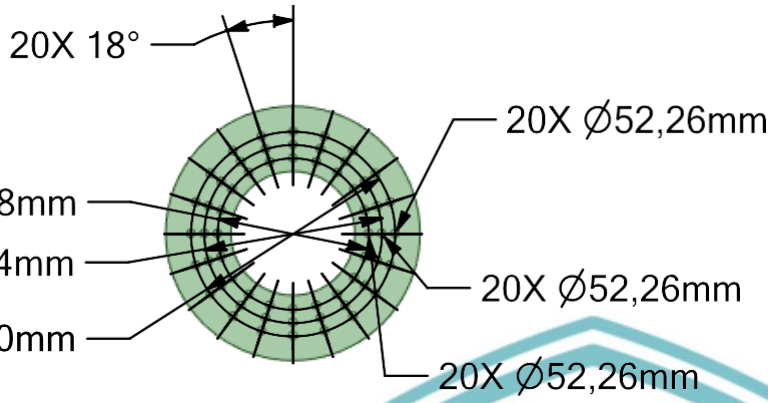
SIZE A4	CAGE CODE	DWG NO.	REV
SCALE 1:50			SHEET 1 of 4



© 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, penyusunan 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



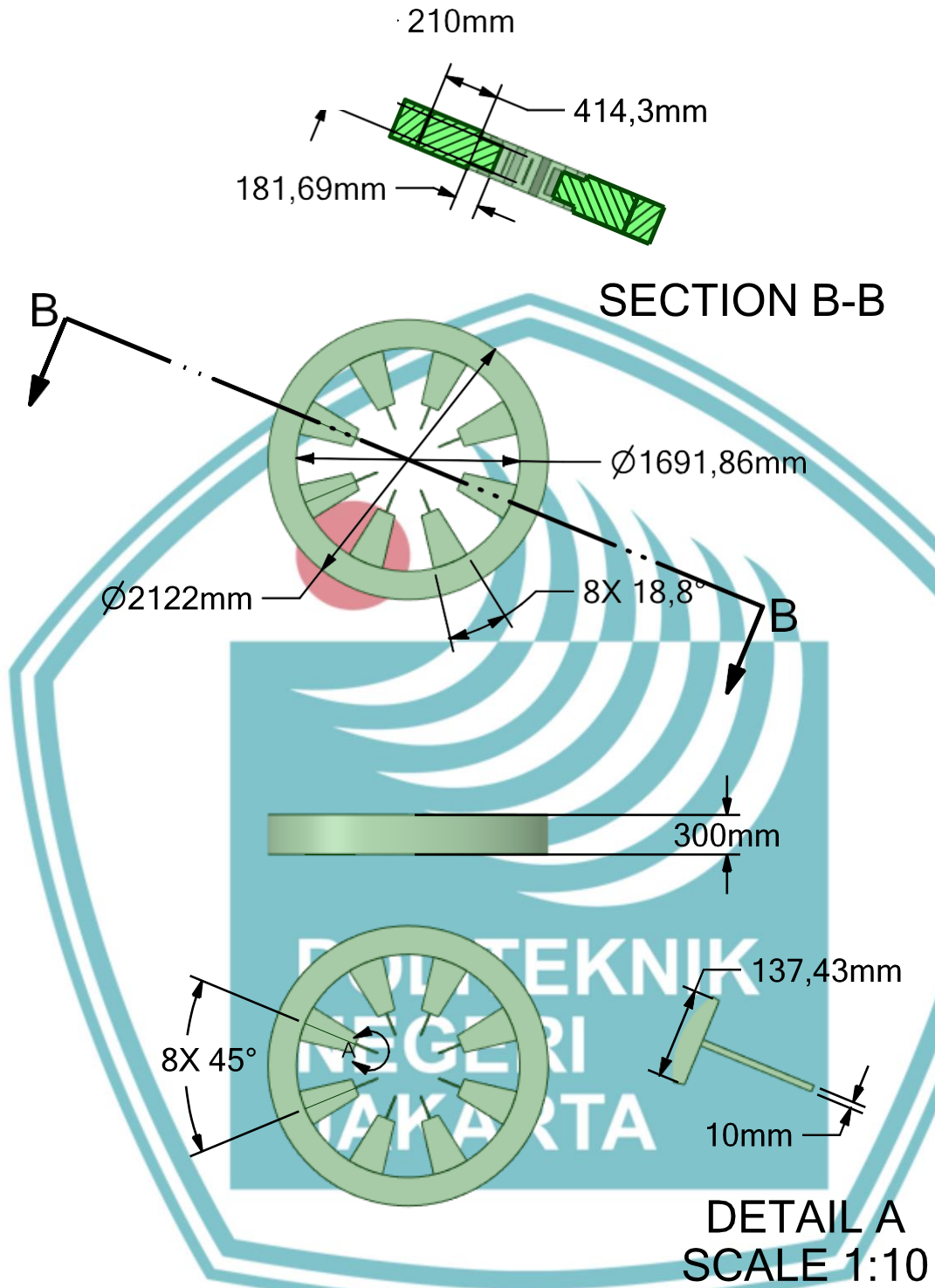
SIZE	CAGE CODE	DWG NO.	REV
A4			



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, penyusunan 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



SIZE CAGE CODE

DWG NO.

REV

C

SHEET 3 of 4

1

2

3

4



Hak Cipta :
 Politeknik Negeri Jakarta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan umum 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	SIZE	CAGE CODE	DWG NO.	REV
C				
SCALE 1:100		SHEET 4 of 4		
1	2	3	4	