



© 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 *FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI)* AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30
MWt PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)**

SKRIPSI

**Oleh :
Rendi Nurdiansyah
NIM. 2102321009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**ANALISIS *FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI)* AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30
MWt PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Rendi Nurdiansyah
NIM. 2102321009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa dan almamater”



Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS *FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI)* AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt PADA
REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)**

Oleh:

Rendi Nurdiansyah

NIM. 2102321009

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Adi Syuriadi, M.T.
NIP. 197611102008011011

Pembimbing 2

Muhammad Subhan S.T., M.Eng.
NIP. 198807312010121002

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra. S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**ANALISIS FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt PADA
REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)**

Oleh:

Rendi Nurdiansyah

NIM. 2102321009

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 23 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

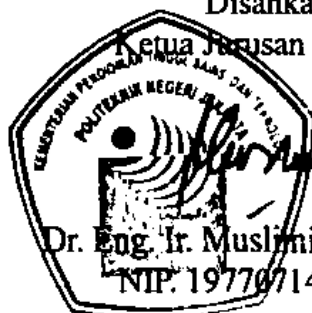
DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Adi Syuriadi, M.T. NIP. 197611102008011011	Ketua		29/7/25
2.	Muhammad Subhan S.T., M.Eng. NIP. 1988073120101002	Anggota		30/7-2025
3.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T. NIP. 197111142006041001	Anggota		28/7-2025
4.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T NIP. 196605191990031002	Anggota		28/7-2025

Depok, 23 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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



Hak Cipta :

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

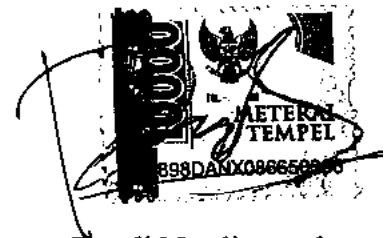
NIM : 2102321009

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 23 Juli 2025



Rendi Nurdiansyah

NIM. 2102321009



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

ANALISIS *FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI)* AKIBAT PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)

Rendi Nurdiansyah^{1*}, Adi Syuriadi², dan Muhammad Subhan³

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, 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 (BRIN), PUSPITEK Serpong, 15314, Indonesia

Email: rendi.nurdiansyah.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fenomena Fluid-Structure Interaction pada tube helical steam generator Reaktor Daya Eksperimental (RDE) tipe High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) akibat beban termal pada kondisi operasi daya 10 MWt dan 30 MWt. Dengan menggunakan simulasi numerik berbasis Fluid-Structure Interaction (FSI) melalui ANSYS Fluent dan ANSYS Mechanical, interaksi aliran balik antara helium dan air dimodelkan untuk mengevaluasi stabilitas termal dan mekanis. Hasil simulasi menunjukkan distribusi temperatur pada pipa heliks berkisar 670,4 K hingga 437,6 K pada 10 MWt, dan 591,3 K hingga 431,5 K pada 30 MWt. Analisis Static Structural mengungkapkan tegangan ekuivalen von Mises maksimum sebesar 607,11 MPa pada 10 MWt dan 352,37 MPa pada 30 MWt, dengan nilai yang lebih tinggi pada 10 MWt sesuai dengan beban termal yang lebih dominan pada kondisi tersebut. Validasi menggunakan perhitungan teoritis menghasilkan nilai 548,92 MPa pada 10 MWt dan 316,92 MPa pada 30 MWt, dengan galat rata-rata sekitar 10%, dengan perbedaan yang masih wajar akibat resolusi mesh dan variasi tegangan geser. Temuan ini memberikan pemahaman krusial tentang perilaku mekanis steam generator HTGR, mendukung optimasi desain untuk meningkatkan keselamatan operasional dan efisiensi dalam pengembangan reaktor nuklir generasi mendatang

Kata-kata kunci: Tegangan, HTGR, Pipa heliks, Simulasi FSI, ANSYS



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

FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) ANALYSIS DUE TO POWER INCREASE FROM 10 MWt (RDE) TO 30 MWt IN A HIGH-TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR (HTGR)

Rendi Nurdiansyah^{1*}, Adi Syuriadi², dan Muhammad Subhan³

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, 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 (BRIN), PUSPITEK Serpong, 15314, Indonesia

Email: rendi.nurdiansyah.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

This research aims to analyze the Fluid-Structure Interaction on the helical tube steam generator of the Experimental Power Reactor (RDE) of the High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) type due to thermal loads under operating conditions of 10 MWt and 30 MWt. Using numerical simulation based on Fluid-Structure Interaction (FSI) through ANSYS Fluent and ANSYS Mechanical, the counterflow interaction between helium and water is modeled to evaluate thermal and mechanical stability. Simulation results show that the temperature distribution on the helical tube ranges from 670.4 K to 437.6 K at 10 MWt, and from 591.3 K to 431.5 K at 30 MWt. The Static Structural analysis reveals a maximum von Mises equivalent stress of 607.11 MPa at 10 MWt and 352.37 MPa at 30 MWt, with higher values at 10 MWt corresponding to the more dominant thermal load under those conditions. Validation using theoretical calculations yields values of 548.92 MPa at 10 MWt and 316.92 MPa at 30 MWt, with an average error of approximately 10%, which is considered acceptable due to mesh resolution and variations in shear stress. These findings provide critical insights into the mechanical behavior of the HTGR steam generator, supporting design optimization to enhance operational safety and efficiency in the development of next-generation nuclear reactors.

Keywords: Stress, HTGR, Helical tube, FSI simulation, ANSYS



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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji serta syukur kepada kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis *Fluid-Structure Interactions* (FSI) Akibat Peningkatan Daya dari 10 MWt (RDE) Menjadi 30 MWt Pada Reaktor Gas Temperatur Tinggi (HTGR)**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi sarjana terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada :

1. Bapak Winarno selaku Ayah yang sangat saya sayangi dan cintai sampai saat ini telah mendidik dan selalu mendukung segala kegiatan yang penulis lakukan. Yang telah memberikan banyak kesempatan bagi saya untuk menentukan minat serta menanamkan minat berdiskusi, berfikir kritis dan mengisi kepala dengan pengetahuan umum sebagai bekal dalam bergaul dan berteman.
2. Ibu Daryanti selaku Ibu yang sangat saya sayangi dan cintai sampai kini, yang selalu menjadi pengarah dalam berperilaku, menanamkan adab dan sopan santun dalam bergaul serta mengajarkan bahwa hidup dengan tujuan jelas merupakan kunci agar hidup senantiasa dapat berguna bagi agama, bangsa dan negara.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Adi Syuriadi, S.T., M.T. dan Bapak Muhammad Subhan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing dan pembimbing industri yang telah membimbing dan memberikan arahan hingga penelitian ini selesai.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing dan memberikan ilmu, pengalaman, dukungan moril, dan bantuan lainnya selama masa studi dan penelitian.
7. Seluruh tim Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah menerima saya dengan baik, mengayomi dalam pelaksanaan penelitian, dan memfasilitasi dengan software berlisensi resmi.
8. Teman seperjuangan di OSIS dan MPK MAN 1 Tangerang yang sudah rela menjadi tempat berkeluh kesah bagi penulis dan banyak membantu sejak Sekolah Menengah Atas.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

9. Teman-teman di Gaming House Ulung (GH Ulung) yang selama penyusunan tugas akhir rela menjadi tempat berkeluh kesah bagi penulis serta rutin mengisi malam-malam minggu penulis dengan cerita, canda dan tawa selama penulis mengalami fase-fase berat.
10. Abil, Radit, Cahyo, Fazri, Nabila, Bagus, Alita, Abrar, Rijag, Vira yang telah kebersamai selama masa penyusunan skripsi.
11. Seluruh teman-teman di komunitas Energi Power sebagai keluarga pertama dan keluarga utama dalam menjalani hari-hari menjadi mahasiswa. Tempat berkarya, berdampak dan belajar tentang pertemanan, kepemimpinan dan solidaritas.
12. My Chemical Romance, Hindia, Feast dan Pierce The Veil yang musik-musiknya selalu menjadi penyegar dan penyemangat untuk hari-hari penulis.
13. Seluruh keluarga dan sahabat yang cintanya tidak pernah habis untuk selalu mendukung apapun yang menjadi pilihan dari penulis.

Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi Politeknik Negeri Jakarta maupun semua pihak terutama untuk bidang pembnagkit nuklir.

**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

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	1
DAFTAR GAMBAR	2
BAB I PENDAHULUAN	4
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Luaran Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Landasan Teori	11
2.1.1 <i>Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir</i>	11
2.1.2 <i>High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR)</i>	13
2.1.3 Reaktor Daya Eksperimental	16
2.1.3 <i>Steam Generator</i>	19
2.1.4 Karakteristik Aliran Fluida.....	20
2.1.5 Material Incoloy 800H	22
2.1.6 <i>Fluid-Structure Interaction</i>	24
2.1.6 <i>Software ANSYS</i>	27
2.2 Kajian Literatur	29
2.3 Kerangka Pemikiran.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Jenis Penelitian.....	35
3.1.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	36
3.2 Objek Penelitian	39
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	39
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	40
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	41
3.6 Metode Analisis Data	42



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

3.6.1 Analisis Data Dengan Ansys Fluent.....	42
3.6.2 Analisis Data Dengan Static Structural dan Modal Analysis	46
3.6.3 Analisis Data Dengan Perhitungan Manual	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Penelitian Simulasi Numerik Menggunakan Ansys	49
4.1.1 Validasi Konvergensi Simulasi Numerik	49
4.1.2 Analisis Nilai Perpindahan Panas Pada Simulasi Numerik.....	51
4.1.3 Analisis Distribusi Temperatur Pada Simulasi Numerik.....	54
4.1.4 Analisis Nilai Perbedaan Tekanan Pada Simulasi Numerik.....	59
4.1.5 Analisis Nilai Equivalent Stress Pada Simulasi Numerik.....	61
4.2 Hasil Perhitungan	62
4.2.1 Perhitungan Jenis Aliran Pada Tube Helical Steam Generator	62
4.2.2 Perhitungan Equivalent Stress Pada Tube Helical Steam Generator ...	65
4.2.3 Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan Manual	66
4.3 Pembahasan.....	67
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	72



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 3.1 Data Geometri HSG RDE	43
Tabel 3.2 Nilai meshing pada geometri.....	44
Tabel 3.3 Data Setup Fluent	44
Tabel 3.4 Data Boundary Conditions 10 MWt.....	45
Tabel 3.5 Data Boundary Conditions 30 MWt.....	45
Tabel 3.6 Data Setup Pada Static Structural dan Modal Analysis.....	47
Tabel 4.1 Parameter Pada Residual	51
Tabel 4.2 Tabel Total Heat Transfer pada kondisi operasi 10 MWt.....	52
Tabel 4.3 Tabel Total Heat Transfer pada kondisi operasi 30 MWt.....	53
Tabel 4.4 Data Probe Stress pada dua kondisi operasi.....	66
Tabel 4.5 Validasi Nilai Equivalent Stress	66
Tabel 4.6 Tabel Yield Strength Properties Incoloy 800H.....	67

**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 Ilustrasi Reaksi Fisi Nuklir.....	11
Gambar 2.2 Statistik PLTN Beroperasi di Dunia... Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2.3 Siklus Panas Utama HTR-PM.....	14
Gambar 2.4 Diagram Skema Sederhana HTR-PM	15
Gambar 2.5 Reaktor dan Steam Generator Pressure Vessel RDE.....	16
Gambar 2.6 Tiga bagian perpindahan panas hasil perhitungan empiris	17
Gambar 2.7 Skema kerja steam generator HTGR.....	18
Gambar 2.8 Wilayah helical coil.....	19
Gambar 2.9 Helical bundle	20
Gambar 2.10 Tensile properti dan hardness Incoloy 800H.....	23
Gambar 2.11 Contoh pengaplikasian FSI	27
Gambar 2.12 Simulation workflow pada software Ansys.....	29
Gambar 2.13 Kerangka pemikiran	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3.2 Meshing Quality	37
Gambar 3.3 Pemodelan Geometri HSG pada ansys fluent	43
Gambar 3.4 Proses meshing pada geometri	43
Gambar 3.5 Pemodelan pada Static Structural dan Modal	46
Gambar 3.6 Meshing pada Static Structural	47
Gambar 4.1 Grafik Residual Pada Ansys Fluent.....	49
Gambar 4.2 Solution Status Pada Simulation Report Fluent	50
Gambar 4.3 Flux report total heat transfer rate pada kondisi 10 MWt	52
Gambar 4.4 Flux report total heat transfer rate pada kondisi 10 MWt	53
Gambar 4.5 Distribusi temperatur pada domain helium kondisi 10 MWt.....	55
Gambar 4.6 Distribusi temperatur pada domain helium kondisi 30 MWt.....	55
Gambar 4.7 Distribusi temperatur sepanjang pipa heliks pada kondisi 10 MWt..	56
Gambar 4.8 Distribusi temperatur sepanjang pipa heliks pada kondisi 30 MWt..	56
Gambar 4.9 Distribusi temperatur pada domain water liquid kondisi 10 MWt....	57
Gambar 4.10 Distribusi temperatur pada domain water liquid kondisi 30 MWt..	57



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Gambar 4.11 Grafik perbedaan distribusi temperatur pada dua kondisi operasi ..	58
Gambar 4.12 Distribusi tekanan didalam pipa heliks pada kondisi 10 MWt.....	59
Gambar 4.13 Distribusi tekanan didalam pipa heliks pada kondisi 30 MWt.....	59
Gambar 4.14 Grafik perbedaan distribusi tekanan pada dua kondisi operasi	60
Gambar 4.15 Nilai equivalent stress tertinggi pada kondisi operasi 10 MWt	61
Gambar 4.16 Nilai equivalent stress tertinggi pada kondisi operasi 30 MWt	61





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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerataan infrastruktur kelistrikan merupakan salah satu pilar utama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Berdasarkan laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2023, kebutuhan listrik nasional mencapai sekitar 290 TWh, dengan 66% di antaranya masih dipenuhi oleh pembangkit berbahan bakar fosil, terutama batu bara, yang menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) sebesar 250 juta ton per tahun [1]. Ketergantungan pada energi fosil ini tidak hanya mempercepat perubahan iklim, tetapi juga menyebabkan polusi udara yang berdampak pada kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, Indonesia berkomitmen untuk melakukan transisi energi menuju sumber energi rendah karbon guna mencapai target Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060, sebagaimana diatur dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) [2] dan Peraturan Presiden No. 112/2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan [3].

Salah satu solusi strategis untuk mendukung transisi energi adalah pemanfaatan energi nuklir melalui Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), khususnya dengan teknologi High Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) [4]. HTGR adalah reaktor nuklir generasi IV yang dirancang dengan fitur keselamatan canggih dan efisiensi tinggi. Reaktor ini menggunakan gas helium sebagai pendingin primer dan grafit sebagai moderator neutron, memungkinkan operasi pada suhu tinggi (700–950°C). Suhu tinggi ini menghasilkan efisiensi termal hingga 50%, jauh lebih tinggi dibandingkan reaktor air ringan konvensional yang hanya mencapai sekitar 33% [5]. Keunggulan utama HTGR terletak pada desain keselamatan inherent (bawaan), di mana bahan bakar berlapis tristructural isotropic (TRISO)—partikel bahan bakar dengan lapisan pelindung tahan suhu hingga 1.600°C—mencegah pelepasan bahan radioaktif, bahkan dalam kondisi kecelakaan [6]. Selain itu, helium sebagai pendingin bersifat inert (tidak reaktif) dan tidak menjadi radioaktif selama operasi, sehingga meningkatkan keamanan reaktor dibandingkan teknologi konvensional [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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Di Indonesia, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sedang mengembangkan Reaktor Daya Eksperimental (RDE), sebuah reaktor riset berbasis HTGR dengan kapasitas awal 10 MWt. RDE dirancang sebagai langkah awal untuk menguasai teknologi nuklir dan mendukung pengembangan Pembangkit Listrik Untuk Industri (HTGR PeLUIt) yang diharapkan menjadi solusi energi bersih untuk kebutuhan industri di masa depan. Berdasarkan Siaran Pers No.54.Pers/04/SJI/2024 dan No.643.Pers/04/SJI/2024, pemerintah kini memposisikan energi nuklir sebagai bagian penting dalam diversifikasi energi untuk mencapai target NZE 2060, bukan lagi sebagai pilihan terakhir [8]. Dalam pengembangan RDE, BRIN berencana meningkatkan daya termal dari 10 MWt menjadi 30 MWt untuk mengoptimalkan kinerja reaktor dan memenuhi kebutuhan energi yang lebih besar, sekaligus menguji skalabilitas teknologi HTGR untuk aplikasi komersial.

Peningkatan daya ini berdampak signifikan pada komponen kritis reaktor, terutama One Through Helical Coil Steam Generator (OTHCSG), atau disebut helical tube steam generator. Komponen ini berupa tabung spiral yang dirancang untuk mentransfer panas dari helium panas ke air, menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin. Desain spiral pada helical tube meningkatkan efisiensi perpindahan panas dibandingkan tabung lurus karena adanya aliran sekunder yang memperkuat turbulensi. Namun, peningkatan daya dari 10 MWt ke 30 MWt menyebabkan peningkatan laju aliran gas helium, tekanan, dan kecepatan fluida [9]. Perubahan ini dapat memengaruhi stabilitas termohidrolik dan mekanis komponen reaktor, menimbulkan gaya dinamis yang lebih besar pada struktur helical tube, dan berpotensi menyebabkan risiko kegagalan struktural, seperti kelelahan material atau deformasi.

Untuk memahami dampak peningkatan daya tersebut, diperlukan analisis Fluid-Structure Interaction (FSI), yaitu studi tentang interaksi timbal balik antara aliran fluida (dalam hal ini helium) dan struktur padat (seperti helical tube). FSI mempelajari bagaimana aliran fluida memengaruhi deformasi struktur. Bazilevs dkk. menegaskan bahwa *“FSI may be characterized as a class of problems with mutual dependence between the fluid and structural mechanics parts”*. Analisis FSI pada helical tube steam generator bersifat kompleks karena melibatkan simulasi



Hak Cipta :

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

numerik yang memadukan dinamika fluida (Computational Fluid Dynamics/CFD) dan analisis struktural, terutama pada geometri spiral yang rumit dan kondisi operasi suhu tinggi. Ansys Fluent dan Ansys Mechanical, perangkat lunak simulasi berlisensi resmi BRIN, dipilih untuk penelitian ini karena kemampuannya mengintegrasikan modul CFD dan analisis struktural.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak peningkatan daya dari 10 MWt ke 30 MWt terhadap fenomena FSI pada helical tube steam generator RDE, dengan fokus pada distribusi temperatur, tekanan fluida, dan tegangan termal-mekanik. Hasil simulasi akan mengidentifikasi area kritis, seperti *hot spot* atau daerah dengan tegangan tinggi, yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktural. Penelitian ini juga akan memberikan rekomendasi desain dan operasional untuk memitigasi risiko FSI, sehingga mendukung pengembangan Reaktor Daya Eksperimental yang aman, efisien, dan sesuai dengan standar keselamatan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi strategis dalam mendukung transisi energi nasional menuju masa depan yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini ditetapkan berdasarkan latar belakang yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian. Berikut ini adalah rumusan masalah yang akan diidentifikasi:

- 1.2.1 BRIN meningkatkan daya thermal pada steam generator dari 10 MWt menjadi 30 MWt pada HTGR (High Temperature Gas - cooled Reactor) mengacu pada desain *helical tube steam generator* Reaktor Daya Eksperimental (RDE) 10 MWt.
- 1.2.2 Pemodelan dan Simulasi diperlukan dalam pembangunan steam generator guna mengetahui kekuatan material dan desain terhadap peningkatan daya dari 10 MWt ke 30 MWt yang akan berdampak pada meningkatnya laju aliran fluida dan tekanan pada *helical tube*.



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

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka untuk membatasi ruang lingkup penelitian, sehingga terdapat beberapa pembahasan yang dapat dijadikan batasan masalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Pemodelan dilakukan menggunakan *Ansys Fluent* lisensi resmi BRIN untuk analisis *Fluid Structure Interaction* pada *helical tube*.
- 1.3.2 Penelitian ini berfokus pada fenomena *FSI* pada *helical tube* steam generator reaktor HTGR.
- 1.3.3 Pada penelitian ini, dilakukan peningkatan daya dari 10 MWt ke 30 MWt pada Reaktor Daya Eksperimental (RDE) sebagai studi kasus.
- 1.3.4 Variabel utama yang akan diteliti meliputi distribusi temperatur, tekanan fluida dan tegangan termal-mekanik pada struktur *helical tube*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, diperoleh tujuan dari penelitian yang akan dilaksanakan, yaitu sebagai berikut:

- 1.4.1 Menganalisis dampak peningkatan daya dari 10 MWt ke 30 MWt terhadap fenomena *Fluid-Structure Interaction (FSI)* pada reaktor HTGR.
- 1.4.2 Mengevaluasi distribusi temperatur, tekanan fluida dari tegangan termal-mekanik pada komponen struktural *helical tube* akibat peningkatan daya.
- 1.4.3 Mengidentifikasi area kritis seperti *hot spot* yaitu daerah dengan tegangan tinggi yang berpotensi mengalami kegagalan struktural.
- 1.4.4 Melakukan perbandingan kinerja termal dan integritas struktural HTGR antara operasi 10 MWt dan 30 MWt.
- 1.4.5 Memberikan rekomendasi desain atau operasional untuk memitigasi resiko *FSI* pada peningkatan daya reaktor.

1.5 Luaran Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan luaran berupa pemahaman komprehensif terhadap efek peningkatan daya dari 10 MWt menjadi 30 MWt



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

terhadap interaksi antara aliran fluida dan respons struktural (*fluid-structure interaction/FSI*) pada reaktor gas temperatur tinggi (HTGR). Luaran utama dari penelitian ini meliputi :

- 1.5.1 Diperolehnya distribusi suhu dan tekanan fluida pada kondisi operasi daya 10 MWt dan 30 MWt melalui simulasi numerik menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent. Hasil ini akan menunjukkan perubahan karakteristik aliran akibat peningkatan daya.
- 1.5.2 Diperolehnya data deformasi dan tegangan termal pada struktur *helical steam generator* yang dihasilkan dari simulasi FSI satu arah antara modul CFD dan struktural.
- 1.5.3 Analisis perbandingan antara kondisi operasi 10 MWt dan 30 MWt, untuk mengidentifikasi peningkatan beban struktural dan implikasinya terhadap integritas material, desain termomekanik, serta potensi risiko keselamatan.
- 1.5.4 Dihasilkannya rekomendasi teknis terkait batas aman operasi struktural, opsi peningkatan desain, atau kebutuhan analisis lanjutan dalam konteks pengembangan atau modifikasi sistem HTGR akibat peningkatan daya.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini mencakup beberapa hal, diantaranya :

1.6.1 Bagi Mahasiswa

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mempelajari dan mengembangkan keterampilan di dunia pembangkit tenaga listrik khususnya pembangkit listrik tenaga nuklir yang masih belum banyak diketahui dan pengetahuan mengenai Fluid Structure Interaction (FSI) serta memperkaya pemahaman tentang fenomena FSI pada helical tube steam generator HTGR yang dapat memberikan kontribusi pada pengembangan metode numerik untuk analisis termomekanik saat peningkatan daya termal reaktor.



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

1.6.2 Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini memberikan referensi baru dalam pembelajaran terkait dengan pembangkit listrik tenaga nuklir terutama pada *steam generator* dan analisis *Fluid-Structure Interaction* akibat peningkatan peningkatan daya termal. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi peluang adanya kerja sama dengan perusahaan dalam kegiatan praktik kerja lapangan atau sebagai asisten peneliti.

1.6.3 Bagi Institusi BRIN

Penelitian ini menambah referensi dalam optimasi desain *helical tube* pada steam generator HTGR untuk operasi daya tinggi yang aman dan efisien. Selain itu, dasar rekomendasi untuk mitigasi risiko kerusakan struktural akibat *FSI* menjadi referensi untuk badan pengawas nuklir (BAPETEN) dalam mengevaluasi desain reaktor eksperimental maupun HTGR.

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan skripsi, yaitu:

a. Bagian Awal

Halaman Sampul, Halaman Judul, Halaman Persembahan, Halaman Persetujuan, Halaman Pengesahan, Halaman Pernyataan Orisinalitas, Abstrak dalam Bahasa Indonesia, Abstrak dalam Bahasa Inggris, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, Daftar Lampiran, Daftar Istilah, dan Daftar Notasi

b. Bagian Isi

1. BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

1.2 Rumusan Masalah Penulisan Laporan Tugas Akhir

1.3 Pertanyaan Penelitian



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

- 1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir
- 1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir
- 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1 Landasan Teori
- 2.2 Kajian Literatur
- 2.3 Kerangka Pemikiran

3. BAB III METODE PENELITIAN

- 3.1 Jenis Penelitian
- 3.2 Objek Penelitian
- 3.3 Metode Pengambilan Sampel
- 3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian
- 3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian
- 3.6 Metode Analisis Data

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- 4.1 Hasil Penelitian
- 4.2 Pembahasan

5. BAB V PENUTUP

- 5.1 Kesimpulan
- 5.2 Saran

c. Bagian Akhir

1. DAFTAR PUSTAKA
2. LAMPIRAN

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, simulasi, dan analisis pada penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1) Simulasi numerik menggunakan ANSYS Fluent menunjukkan konvergensi yang baik, dengan residual energi di bawah 10^{-6} dan residual kontinuitas pada orde 10^{-4} . Distribusi tekanan pada *helical tube steam generator* menunjukkan penurunan dari inlet (sekitar $6,05 \times 10^6$ MPa pada 10 MWt dan $6,117 \times 10^6$ MPa pada 30 MWt) menuju outlet (sekitar $6,00 \times 10^6$ MPa), mengindikasikan adanya resistensi internal yang signifikan. Laju aliran massa rata-rata fluida menunjukkan fluktuasi, yang mencerminkan dinamika aliran kompleks dalam *tube helical*.

2) Analisis laju perpindahan panas total menunjukkan peningkatan aliran energi yang ditangani sistem pada kondisi 30 MWt dibandingkan 10 MWt, dengan helium sebagai pelepasan panas utama dan air sebagai penyerap panas. Meskipun demikian, hasil simulasi mengungkapkan bahwa rentang distribusi temperatur pada domain helium, air, dan *helical tube body* justru lebih sempit pada kondisi operasi 30 MWt dibandingkan 10 MWt. Fenomena ini disebabkan oleh peningkatan laju aliran massa fluida yang substansial pada 30 MWt (misalnya, laju aliran air 0,218 kg/s dan helium 0,263 kg/s pada 30 MWt, dibandingkan 0,073 kg/s untuk air dan 0,087 kg/s untuk helium pada 10 MWt), yang memungkinkan panas didistribusikan secara lebih efisien dan menghasilkan perubahan suhu yang lebih kecil (ΔT) per unit massa fluida. Ini menegaskan efisiensi sistem dalam menjaga integritas material (*Incoloy 800H*) dan mengontrol temperatur fluida keluar dalam batas aman.

3) Analisis tegangan ekuivalen von mises menunjukkan nilai tegangan lokal tertinggi pada kondisi operasi 10 MWt (607,11 MPa) lebih tinggi dibandingkan pada 30 MWt (352,37 MPa). Hal ini disebabkan oleh gradien suhu yang lebih curam pada 10 MWt akibat laju aliran massa yang lebih rendah, menyebabkan ekspansi termal diferensial dan tegangan termal yang lebih signifikan. Validasi hasil simulasi dengan perhitungan manual menunjukkan galat konsisten sekitar 10% untuk kedua



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

kondisi, memvalidasi reliabilitas model. Namun, perbandingan dengan batas *yield strength* material *Incoloy 800H* (137,3 MPa pada 10 MWt dan 139,4 MPa pada 30 MWt) menunjukkan bahwa pada kedua kondisi operasi, tegangan ekuivalen yang dihasilkan (baik dari simulasi maupun perhitungan manual) melebihi batas *yield* material, mengindikasikan potensi kegagalan struktural atau deformasi permanen.

4) Hasil perhitungan Nusselt Number (Nu) secara menunjukkan bahwa pada daya operasi 30 MWt, baik air maupun helium memiliki nilai Nu yang jauh lebih tinggi (262,06 untuk air dan 285,33 untuk helium) dibandingkan pada 10 MWt (108,81 untuk air dan 124,60 untuk helium). Nilai Nu yang lebih tinggi ini secara langsung mengindikasikan koefisien perpindahan panas konvektif (h) yang lebih besar, yang pada gilirannya memungkinkan laju perpindahan panas (Q) yang jauh lebih besar untuk secara efisien membuang panas yang dihasilkan oleh reaktor pada tingkat daya 30 MWt.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini, penulis memiliki beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian lebih mendalam tentang pembahasan *fluid-structure interaction* pada tube helical steam generator HTGR sebagai berikut :

- 1) Mempertimbangkan aliran multifase dalam perhitungan dan simulasi untuk memahami pengaruh interaksi antara fase-fase yang berbeda terhadap dinamika aliran suhu mempengaruhi distribusi tekanan, aliran massa, dan karakteristik getaran.
- 2) Menambahkan vertical plate pada helical steam generator untuk mengurangi kemungkinan terjadinya tegangan tinggi pada helical tube. Simulasi dan eksperimen lebih lanjut diperlukan untuk menentukan desain dan penempatan vertical plate yang optimal untuk meminimalkan tegangan tanpa mengganggu aliran fluida secara signifikan.



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 PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Laporan tahunan energi nasional 2023.” Diakses: 2 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.esdm.go.id/id/publikasi/laporan-tahunan>
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).” Diakses: 2 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.esdm.go.id/id/publikasi/ruen>
- [3] Presiden Republik Indonesia, “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan.” Diakses: 2 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://peraturan.bkpm.go.id/perpres/perpres-nomor-112-tahun-2022>
- [4] International Atomic Energy Agency, “High temperature gas-cooled reactors,” 2010, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.iaea.org/publications/8358/high-temperature-gas-cooled-reactors>
- [5] T. (2014). Yan, T., Kunitomi, K., & Nakata, “Design and technology development of high temperature gas-cooled reactor (HTGR),” *Nucl. Eng. Des.* 271, hal. 106–115, 2014, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2013.11.019>
- [6] J. T. (2013) Petti, D., Bell, G., & Maki, “Advances in high temperature gas-cooled reactor fuel technology,” *Progress Nucl. Energy*, 66, hal. 73–81, 2013, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2013.02.005>
- [7] Y. Zhang, X., Su, Z., & Liu, “Numerical simulation of thermal-hydraulic performance in high temperature gas-cooled reactor (HTGR) using 3D CFD modeling,” *Nucl. Eng. Des.* 330, hal. 253–264, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2018.02.007>
- [8] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Menteri ESDM Pastikan Nuklir Jadi Bagian Diversifikasi Energi.” Diakses: 1 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-pastikan-nuklir-jadi-bagian-diversifikasi-energi>
- [9] N. Trianti *et al.*, “Optimum power determination and comparison of multi-pass and OTTO fuel management schemes of HTGR-based PeLUIt reactor,” *Nucl. Eng. Des.*, vol. 415, no. May, hal. 112696, 2023, doi: 10.1016/j.nucengdes.2023.112696.
- [10] K. E. Murray, R. L., & Holbert, “Nuclear energy: An introduction to the concepts, systems, and applications of nuclear processes,” *Nucl. Technol.* 206(1), hal. 1–15, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1080/00295450.2019.1624046>
- [11] World Nuclear Association, “Nuclear Fuel Cycle.” Diakses: 5 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.world-nuclear.org/information->



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

library/nuclear-fuel-cycle.aspx

- [12] International Atomic Energy Agency (IAEA), "Nuclear Power Reactors in the World," Vienna: IAEA. Diakses: 5 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.iaea.org/publications>
- [13] International Atomic Energy Agency (IAEA), "Nuclear Reactor Technology Assessment for Near Term Deployment," Vienna: IAEA. Diakses: 5 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.iaea.org/publications>
- [14] H. Lohnert, G. H., & Reutler, "he modular high-temperature gas-cooled reactor (HTGR): A promising option for nuclear energy," *Nucl. Eng. Des.* 78(2), hal. 197–205, [Daring]. Tersedia pada: [https://doi.org/10.1016/0029-5493\(83\)90107-0](https://doi.org/10.1016/0029-5493(83)90107-0)
- [15] A. C. Kadak, *High Temperature Gas-cooled Reactors: Past, Present, and Future Prospects*. 2016.
- [16] Y. Zhang, Z., Wu, Z., Wang, D., Xu, Y., Sun, Y., Li, F., & Dong, "Current status and technical description of Chinese 2 × 250 MWth HTR-PM demonstration plant," *Nucl. Eng. Des.* 307, hal. 242–253, 2016, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2016.07.010>
- [17] S. Dibyo dan I. D. Irianto, "Design Analysis on Operating Parameter of Outlet Temperature and Void Fraction in Rde Steam Generator," *J. Teknol. Reakt. Nukl. Tri Dasa Mega*, vol. 19, no. 1, hal. 33, 2017, doi: 10.17146/tdm.2017.19.1.3228.
- [18] P. S. Sunny Ineza Putri, "Design of Helical Type Steam Generator for Experimental Power Reactor," *Teknol. J. Nuklir; Reakt.*, vol. xxx, no. xxx, hal. 1–9, 2019.
- [19] H. C. Kim, H. Y., & No, "Thermal-Hydraulic Analysis of One-Through Helical Coil Steam Generator for High Temperature Gas-Cooled Reactors," *Nucl. Eng. Des.* 345, hal. 123–134, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2019.02.011>
- [20] P. Kadarno dan F. Yogatama, "Design Scenario and Analysis for Pleriminary Specification of Steam Generator in the PeLUIt-40 Byan," vol. xxx, no. xxx, hal. 1–6, 2022.
- [21] and J. Y. T. Z. Zhang, P. Ye, X. T. Yang, H. M. Ju, S. Y. Jiang, "Supercritical steam generator design and thermal analysis based on HTR-PM," *Ann Nucl Energy*, vol. 132, hal. 311–321, 2019, [Daring]. Tersedia pada: doi: 10.1016/j.anucene.2019.04.049
- [22] P. V. Committee dan S. Metals, "Incoloy Alloy 800Ht," *Alloy Dig.*, vol. 36, no. 3, hal. 1–16, 1987, doi: 10.31399/asm.ad.ss0482.
- [23] W. Versteeg, H. K., & Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*, 2nd ed. Pearson Education, 2007.



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

- [24] R. J. Cook, R. D., Malkus, D. S., Plesha, M. E., & Witt, *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, 4th ed. John Wiley & Sons, 2002.
- [25] B. El Hami, A., & Radi, “Fluid–Structure Interaction with ANSYS/Fluent,” 2017.
- [26] M. S. Liu, B., Kropaczek, D. J., Shirvan, K., & Kazimi, “Development of a cost-effective simulation tool for loss of flow accident transients in high-temperature gas-cooled reactors,” 2025, [Daring]. Tersedia pada: <https://arxiv.org/abs/2503.12467>
- [27] G. H. Su, J., Wang, Z., Liu, B., Qiu, S., & Su, “Experimental and numerical study of isothermal and non-isothermal jet flow for high-temperature gas-cooled reactor upper plenum,” 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.3390/pr11010046>





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 RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap Rendi Nurdiansyah
2. NIM 2102321009
3. Tempat, Tanggal Lahir Jakarta, 31 Oktober 2002
4. Jenis Kelamin Laki-Laki
Perumahan Taman Kirana Surya Blok K22
5. Alamat no.13 RT 01 RW 011 desa. Pasanggrihan kec.
Solear kab. Tangerang prov. Banten 15730
6. Email pacerendi@gmail.com
7. Pendidikan
 - a. SD (2009-2015) SDS Muhammadiyah 35 Solear
 - b. SMP (2015-2018) SMP Negeri 01 Cisoka
 - c. SMA (2018-2021) Madrasah Aliyah Negeri 1 Tangerang
8. Program Studi D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan Pembangkit Nuklir
10. Tempat / Topik OJT Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Mahasiswa Tugas Akhir.

Depok, 23 Juli 2025

Penulis

Rendi Nurdiansyah

NIM : 2102321009



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 mengumunkan 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

Lampiran 1 Formulir F1 dengan Dosen Pembimbing 1

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Adi Syuriadi, M.T.
menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi
Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri
Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
ANALISIS <i>FLUID- STRUCTURE INTERACTION</i> (FSI) AKIBAT PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)	RENDI NURDIANSYAH	SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 11 Juli 2025

Yang Menyatakan

Adi Syuriadi, M.T.
NIP. 197611102008011011



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 Formulir F1 dengan Dosen Pembimbing 2

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama: Muhammad Subhan S.T., M.Eng.
menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi
Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri
Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR /SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
ANALISIS FLUID- STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)	Rendi Nurdiansyah	D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Serpong, 10 Juli 2025

Yang Menyatakan

Muhammad Subhan S.T., M.Eng.

NIP. 520000000000000680



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

Lampiran 3 Formulir F2 dengan Dosen Pembimbing 1

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI
ANALISIS FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt
PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :
Rendi Nurdiansyah / 2102321009

PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Adi Syuriadi, M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	13/3/2025	Melakukan Presentasi Proposal skripsi		
2.	10/4/2025	Revisi hasil proposal skripsi		
3.	21/4/2025	Membahas kerangka bab 4		
4.	29/4/2025	Membahas hasil simulasi numerik		
5.	14/5/2025	membahas validasi hasil simulasi numerik		

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian
Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

Adi Syuriadi, M.T
NIP. 197611102008011011



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

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

ANALISIS FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MWt (RDE) MENJADI 30 MWt
PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

Rendi Nurdiansyah / 2102321009

PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Adi Syuriadi, M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
6.	14/6/2025	Membahas isi Bab 4	✓	
7.	30/6/2025	Merevisi isi bab 4	✓	
8.	4/7/2025	Membahas hasil keseluruhan	✓	

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian
Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

Adi Syuriadi, M.T
NIP. 197611102008011011



FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

ANALISIS FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MW_t (RDE) MENJADI 30 MW_t
PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

Rendi Nurdiansyah / 2102321009

PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Muhammad Subhan, S.T., M.Eng

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	17 Maret 2025	Diskusi awal mengenai simulasi pada Reaktor Daya Eksperimental	subhan	
2.	14 April 2025	Membahas mengenai batasan masalah penelitian	subhan	
3.	21 April 2025	Pemakaian desain RDE dan mengumpulkan data yang akan dipakai pada simulasi	subhan	
4.	05 Mei 2025	Perbaikan rumusan masalah dan batasan masalah	subhan	
5.	26 Mei 2025	Diskusi penyelesaian masalah error pada proses simulasi	subhan	

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

Muhammad Subhan, S.T. / M.Eng

NIP. 198807312010121002

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



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

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

ANALISIS FLUID-STRUCTURE INTERACTION (FSI) AKIBAT
PENINGKATAN DAYA DARI 10 MW_t (RDE) MENJADI 30 MW_t
PADA REAKTOR GAS TEMPERATUR TINGGI (HTGR)

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

Rendi Nurdiansyah / 2102321009

PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Muhammad Subhan ,S.T., M.Eng

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
6.	16 Juni 2025	Pembahasan penggunaan material Incoloy 800H pada simulasi pipa heliks	<i>subhan</i>	
7.	23 Juni 2025	Pembahasan hasil simulasi dengan material yang sudah dipilih	<i>subhan</i>	
8.	01 Juli 2025	Verifikasi dan finalisasi hasil simulasi	<i>subhan</i>	

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian
Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

Muhammad Subhan ,S.T., M.Eng

NIP. 198807312010121002

Lampiran 5 Dokumentasi Penggunaan Ansys dengan lisensi resmi

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

