



© 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



**OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS
GENERATOR UAP PADA REAKTOR NUKLIR GAS
BERTEMPERATUR TINGGI 250 Mwth BERBASIS
ANALISIS *THERMAL STRESS* DAN *SAFETY FACTOR***

SKRIPSI

Oleh :

Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI
ENERGI**

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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



**OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS
GENERATOR UAP PADA REAKTOR NUKLIR GAS
BERTEMPERATUR TINGGI 250 Mwth BERBASIS
ANALISIS *THERMAL STRESS* DAN *SAFETY FACTOR***

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik
Mesin

Oleh :

Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI
ENERGI**

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

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 saya persembahkan kepada diri saya yang sudah bertahan sejauh ini dan orang-orang yang hadir dalam hidup saya”



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

**OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS GENERATOR UAP PADA
REAKTOR NUKLIR GAS BERTEMPERATUR TINGGI 250 Mwth
BERBASIS ANALISIS *THERMAL STRESS* DAN *SAFETY FACTOR***

Oleh :

Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh Pembimbing :

Pembimbing 1 :

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

NIP. 198901312019031009

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

**OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS GENERATOR UAP PADA
REAKTOR NUKLIR GAS BERTEMPERATUR TINGGI 250 Mwth
BERBASIS ANALISIS *THERMAL STRESS* DAN *SAFETY FACTOR***

Oleh :

Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 22 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.	Dr.Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. NIP. 198901312019031009	Ketua		31/7/2025
2.	Muhammad Subhan S.T., M.Eng. NIP. 198807312010121002	Anggota		30/07/2025
3.	Dr.Tatun Hayatun Nufus, M.Si NIP. 196604161995122001	Anggota		31/07/25
4.	Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng (Hons) NIP. 196301161993031001	Anggota		31/07/25

Depok, 31 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 mengumumkan 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 Lengkap : Nabila Lufky Khairunisa
NIM : 210232002
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Jurusan : Teknik Mesin

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, 31 Juli 2025



Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002



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

OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS GENERATOR UAP PADA REAKTOR NUKLIR GAS BERTEMPERATUR TINGGI BERBASIS ANALISIS THERMAL STRESS DAN SAFETY FACTOR

Nabila Lufky Khairunisa¹, Pribadi Mumpuni Adhi^{2*}, dan Muhammad Subhan³

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

²Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), KST B.J. Habibie, Setu, Tangerang Selatan 15314

E-mail address: nabila.lufky.khairunisa.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Pipa heliks pada generator uap HTGR berfungsi sebagai penukar panas antara gas helium dan fluida sekunder. Suhu operasi tinggi dapat memicu tegangan termal yang menurunkan integritas struktur. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan desain pipa heliks melalui analisis variasi pitch dan diameter terhadap tegangan *Von Mises*, deformasi total, dan safety factor. Simulasi elemen hingga termal-struktural transien dilakukan menggunakan ANSYS Mechanical 2024 R1, dengan geometri mengacu pada desain HTR-PM dan material Incoloy 800H. Rentang pitch 200–250 mm dan diameter 389–689 mm dianalisis. Validasi terhadap literatur Wenshu Li (2025) menunjukkan deviasi tegangan di bawah 7%. Konfigurasi optimal ditemukan pada pitch 220 mm dan diameter 569 mm, menghasilkan tegangan 239,03 MPa, deformasi 0,20383 mm, dan safety factor 1,2551. Hasil menunjukkan keseimbangan antara kekuatan struktur dan efisiensi termal. Penelitian ini menegaskan pentingnya analisis termostruktural dalam perancangan sistem HTGR.

Kata kunci: Pipa heliks; Generator uap; HTGR; Tegangan termal; Faktor keamanan; 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

OPTIMIZATION OF HELICAL STRUCTURE DESIGN IN HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR STEAM GENERATOR BASED ON THERMAL STRESS AND SAFETY FACTOR ANALYSIS

Nabila Lufky Khairunisa¹, Pribadi Mumpuni Adhi², dan Muhammad Subhan³

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

²Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pascasarjana, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), KST B.J. Habibie, Setu, Tangerang Selatan 15314

E-mail address: nabila.lufky.khairunisa.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Helical tubes in HTGR steam generators are essential for heat exchange between helium and secondary fluids but are exposed to thermal stresses during high-temperature operation. This study aims to optimize tube geometry by evaluating the effects of pitch and helix diameter variations on thermostructural performance. A coupled transient thermal-structural finite element analysis was conducted using ANSYS Mechanical 2024 R1, based on the HTR-PM design with Incoloy 800H. Variations of pitch (200–250 mm) and diameter (389–689 mm) were analyzed, focusing on Von Mises stress, total deformation, and safety factor. Results were validated against Wenshu Li's (2020) data, showing less than 7% deviation. The optimal configuration was achieved at a pitch of 220 mm and diameter of 569 mm, with 239.03 MPa stress, 0.20383 mm deformation, and a safety factor of 1.2551. This configuration offers a good balance between structural strength and thermal efficiency. The findings support the importance of integrated thermostructural analysis in HTGR steam generator design.

Keywords: Helical tube; Steam generator; HTGR; Thermal stress; Safety factor; Finite element analysis.



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **“Optimasi Desain Struktur Heliks Generator Uap Reaktor Nuklir Gas 250 MwTh Bertemperatur Tinggi Berbasis Analisis Thermal Stress Dan Safety Factor”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari proses akademik yang tidak terlepas dari tantangan, dinamika, serta berbagai bentuk pembelajaran yang bernilai. Penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta kontribusi berbagai pihak yang dengan tulus memberikan bantuan selama proses berlangsung.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dewi Sukmayati, orang tua saya yang selalu saya banggakan dan saya cintai, atas doa, dukungan moral, serta semangat yang senantiasa mengiringi penulis dalam menyelesaikan pendidikan ini;
2. Bapak Dr.Eng.Ir. Muslimin, S.T., M.T.,IWE. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, atas dukungan dan arahannya dalam proses akademik penulis;
3. Bapak Dr.Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan secara konsisten selama proses penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Muhammad Subhan S.T M. Eng. atas kesediaan membimbing dan membagikan pengetahuan serta pengalaman selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini;



Hak Cipta :

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

5. Seluruh dosen pengajar di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi, atas ilmu, wawasan, dan dedikasi yang diberikan selama masa perkuliahan;
6. Para Peneliti KST B.J Habibie BRIN, yang telah memberikan bantuan teknis, data, serta dukungan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian;
7. Alita, Vira, Bagus, Rendi, Nafisah, Abrar, dan Rijag, rekan-rekan seperjuangan yang juga melakukan penelitian di BRIN, atas kebersamaan, diskusi, dan dukungan moril selama masa penelitian;
8. Firman, Fakhri, Azriel, dan Nadhia, para sahabat dari kelompok praktikum yang selalu membantu dan bekerja sama dalam suka-duka selama perjalanan studi penulis.
9. Teman-teman Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi ang telah banyak membantu, mendukung, dan menjadi bagian penting dalam perjalanan studi penulis;
10. Keluarga besar saya atas doa, semangat, dan dukungan moral maupun material yang tiada henti hingga penulis sampai pada tahap ini;
11. Para musisi yang karya dan semangatnya turut menemani hari-hari penuh tekanan selama proses penyusunan skripsi, terima kasih telah menjadi sumber hiburan dan inspirasi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Depok, 31 Juli 2025

Nabila Lufky Khairunisa

NIM. 2102321002



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 SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1	Landasan Teori	6
2.1.1	Reaktor Nuklir Generasi IV	6
2.1.2	HTGR	7
2.1.3	Sistem HTR-PM	8
2.1.4	Tegangan	10
2.1.5	Deformasi	11
2.1.6	Safety Factor	11
2.1.7	Support (Penunjang)	12
2.1.8	Optimasi Struktural	13
2.1.9	Pipa Heliks	14
2.1.10	Finite Element Analysis	15
2.1.11	ANSYS	16
2.1.12	INCOLLOY 800H	20
2.2	Kajian Literatur	21
2.3	Kerangka Pemikiran	25
BAB III	METODE PENELITIAN	27
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Objek Penelitian	27
3.3	Jenis dan Sumber Data	29
3.4	Klasifikasi Variabel	29
3.5	Metode Pengambilan Data	30
3.6	Prosedur Simulasi	32
3.7	Metode Analisis Data	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	38



© 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

4.1	Evaluasi Hasil Meshing.....	38
4.2	Validasi Hasil Simulasi Pipa Heliks Ukuran Standar HTR-PM	40
4.3	Analisis Pengaruh Variasi terhadap Perpindahan Panas pada Pipa Heliks 42	
4.3.1	Analisis Pengaruh Variasi Pitch terhadap Perpindahan Panas pada Pipa Heliks	43
4.3.2	Analisis Pengaruh Variasi Diameter Heliks terhadap Perpindahan Panas pada Pipa Heliks	44
4.4	Analisis Pengaruh Variasi terhadap Tegangan Von Mises Maksimum	46
4.4.1	Analisis Pengaruh Variasi Pitch terhadap Tegangan Von Mises Maksimum	46
4.4.2	Analisis Pengaruh Variasi Diameter Heliks terhadap Tegangan Von Mises Maksimum.....	47
4.5	Analisis Pengaruh Variasi terhadap Deformasi.....	49
4.5.1	Analisis Pengaruh Variasi Pitch terhadap Deformasi	49
4.5.2	Analisis Pengaruh Variasi Diameter Heliks terhadap Deformasi ...	51
4.6	Analisis Pengaruh Tegangan Ekuivalen Von mises Maksimum terhadap Nilai Safety Factor	52
4.6.1	Analisis Pengaruh Tegangan Ekuivalen Von mises pada Variasi Pitch terhadap Nilai Safety Factor.....	53
4.6.2	Analisis Pengaruh Tegangan Ekuivalen Von mises Variasi Diameter Heliks terhadap Nilai Safety Factor	54
4.7	Analisis Pengaruh Variasi terhadap Area Kritis.....	57
4.8	Perbandingan Nilai Safety Factor Hasil Simulasi dengan Hasil Perhitungan	60
4.9	Rekomendasi Desain	61
BAB V	PENUTUP	63
5.1	KESIMPULAN	63
5.2	SARAN	64



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 PUSTAKA	66
LAMPIRAN	71





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Table 3.2.1 Parameter Geometri Pipa Heliks Standar HTR-PM	28
Table 3.4.1 Variabel Penelitian.....	30
Table 3.6.1 Data Boundary Condition	35
Table 3.6.2 Variasi Geometri	36
Table 4.1.1 Jumlah Node dan Element Hasil Meshing.....	38
Table 4.2.1 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Data Literatur	41
Table 4.8.1 Perbandingan Nilai Safety Factor Hasil Simulasi dengan Hasil Perhitungan	60





Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Perkembangan Generasi Reaktor Nuklir.....	6
Gambar 2.1.2 HTGR (sisi kiri), Generator Uap (sisi kanan)	8
Gambar 2.1.3 Sistem HTR-PM.....	9
Gambar 2.1.4 (a) Susunan bundle heliks dalam generator uap (b) Bentuk fisik bundle heliks	9
Gambar 2.1.5 Struktur Pipa Heliks	14
Gambar 2.1.6 Contoh desain di ANSYS SpaceClaim	18
Gambar 2.1.7 Contoh simulasi di ANSYS Mechanical.....	19
Gambar 2.1.8 Komposisi Material Incolloy 800H.....	20
Gambar 2.3.1 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	25
Gambar 3.2.1 Pipa Heliks dengan support.....	28
Gambar 3.6.1 Diagram Alir	32
Gambar 3.6.2 Parameter Engineering data	34
Gambar 3.6.3 Pengaturan Meshing.....	34
Gambar 4.1.1 Kualitas Hasil meshing	39
Gambar 4.1.2 (a) Meshing pada lilitan heliks (b) Meshing pada elbow	39
Gambar 4.2.1 Constraint Simulasi oleh Wenshu Li.....	40
Gambar 4.2.2 Hasil Simulasi dari Jurnal Wenshu Li.....	41
Gambar 4.2.3 Nilai Deformasi Hasil Simulasi.....	42
Gambar 4.2.4 Nilai Tegangan Von Mises Hasil Simulasi	42
Gambar 4.7.1 Area Kritis berdasarkan Minimum Safety Factor pada Variasi Pitch	58
Gambar 4.7.2 Area Kritis berdasarkan Minimum Safety Factor pada Variasi Diameter Heliks	59



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 GRAFIK

Grafik 4.2.1 Temperature terhadap waktu pada Variasi Pitch	43
Grafik 4.2.2 Temperature terhadap Waktu pada Variasi Diameter Heliks	45
Grafik 4.3.1 Perbandingan Tegangan Von Mises Maksimum terhadap Variasi Pitch	46
Grafik 4.3.2 Perbandingan Tegangan Von Mises Maksimum terhadap variasi diameter heliks	48
Grafik 4.4.1 Total Deformasi terhadap Variasi Pitch	50
Grafik 4.4.2 Total Deformasi terhadap Variasi Diameter Heliks	51
Grafik 4.5.1 Perbandingan Nilai Safety Factor terhadap Variasi Pitch	53
Grafik 4.5.2 Perbandingan Nilai Safety Factor dengan variasi diameter heliks ...	55

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir F1 dengan Dosen Pembimbing 1.....	71
Lampiran 2 Formulir F1 dengan Dosen Pembimbing 2.....	72
Lampiran 3 Formulir F2 dengan Dosen Pembimbing 1.....	73
Lampiran 4 Formulir F2 dengan Dosen Pembimbing 2.....	74
Lampiran 5 Gambar Teknis Pipa Heliks HTR-PM.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Data Material Incoloy 800 H.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Boundary Condition	75
Lampiran 8 Hasil Simulasi.....	76
Lampiran 9 Spesifikasi High Performance Computing BRIN	79
Lampiran 10 Data Hasil Simulasi	80
Lampiran 11 Data Pendukung dari Jurnal Kai Liu et al (2023).....	80

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 ISTILAH

Singkatan	Arti
HTGR	High Temperature Gas Cooled Reactor
HTR-PM	High Temperature Reactor-Pebble-bed Module
PeLUIT	Pembangkit Listrik dan Uap panas Industri
FEA	Finite Element Analysis
PLTN	Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
BRIN	Badan Riset Inovasi dan Nasional
NZE	Net Zero Emission
IAEA	International Atomic Energy Agency
HCSG	Helical Coil Steam Generator
ASME BPVC	American Society of Mechanical Engineers Boiler & Pressure Vessel Code
NSSS	Nuclear Steam Supply System

**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 I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) memiliki peran signifikan dalam strategi Indonesia untuk mencapai target net zero emission (NZE) pada tahun 2060. Dalam upaya mengurangi emisi karbon, pemerintah Indonesia telah memasukkan energi nuklir sebagai bagian dari bauran energi nasional. Hal ini dilakukan karena energi nuklir dianggap sebagai energi bersih dan hampir tidak menghasilkan emisi karbon.[1]

Sebagai bagian dari upaya ini, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Indonesia sedang mengembangkan PeLUIT-40 (Pembangkit Listrik dan Uap panas Industri) [2], terdiri dari sebuah reaktor nuklir High-Temperature Gas-cooled Reactor (HTGR) dengan kapasitas termal 40 MWth. HTGR atau Reaktor Nuklir Gas Bertemperatur Tinggi, yang termasuk dalam kategori reaktor nuklir Generasi IV, dirancang berdasarkan HTR-PM 250 MWth dari China yang telah beroperasi sejak 2021.

Salah satu komponen kritis dalam sistem HTGR adalah generator uap, yang berfungsi sebagai heat exchanger antara gas helium bersuhu tinggi (750°C – 950°C) dan air umpan untuk menghasilkan uap. Uap ini kemudian digunakan untuk menghasilkan listrik atau aplikasi industri lainnya. Pada desain reaktor HTR-PM, generator uap menggunakan pipa-pipa heliks (spiral) untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Desain heliks dipilih karena kemampuannya dalam memaksimalkan luas permukaan perpindahan panas dan mengurangi pressure drop [3]. Namun, pengoperasian jangka panjang pada suhu dan tekanan ekstrem membuat struktur pipa heliks sangat rentan terhadap kerusakan mekanis, terutama akibat tegangan termal dan konsentrasi beban di titik-titik tertentu.

Berdasarkan laporan International Atomic Energy Agency (IAEA), beberapa insiden operasional pada generator uap bertemperatur tinggi disebabkan oleh kerusakan mekanis pada sistem perpindahan panas akibat kegagalan struktural. Salah satu kasus yang menjadi perhatian adalah insiden pada Indian Point Unit 3 di Amerika Serikat (1988), di mana terjadi kebocoran akibat high-cycle fatigue pada pipa generator uap. Padahal, pipa tersebut secara desain telah diprediksi memiliki umur siklus yang panjang dan sudah dilengkapi dengan sistem penopang. Insiden ini mengindikasikan bahwa kegagalan

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

akibat fatigue dapat terjadi lebih cepat dari estimasi prediktif jika tidak disertai evaluasi menyeluruh terhadap kondisi aktual tegangan dan deformasi pada struktur.[4]

Penelitian terdahulu oleh Wenshu Li et al.[5] menunjukkan bahwa penggunaan pelat penyangga dapat mengurangi tegangan maksimum dari 32,2 MPa menjadi 19,9 MPa, sehingga distribusi tegangan menjadi lebih merata dan deformasi berkurang secara signifikan. Namun demikian, peningkatan tegangan lokal tetap terjadi di area yang terfiksasi akibat efek kekangan mekanis dari pelat penyangga tersebut. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun sistem support dapat membantu menstabilkan struktur, konsentrasi tegangan masih menjadi tantangan desain yang belum sepenuhnya teratasi.

Di sisi lain, desain geometri heliks pada sistem HTR-PM yang dijadikan referensi belum mengalami proses optimasi berbasis parameter ketahanan struktural seperti tegangan ekuivalen (Von Mises), deformasi total, dan safety factor. Meskipun tidak terdapat indikasi kegagalan nyata pada desain eksisting, belum ada kajian komprehensif yang mengevaluasi apakah konfigurasi geometri saat ini benar-benar merupakan desain yang paling optimal dari sisi performa struktural. Hal ini menjadi penting, mengingat struktur pipa heliks bekerja dalam kondisi suhu dan tekanan ekstrem secara berulang, sehingga desain yang tidak optimal berpotensi mempercepat akumulasi tegangan dan menurunkan umur pakai.

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan optimasi desain berdasarkan analisis termomekanik untuk mengidentifikasi kemungkinan desain yang lebih unggul dari segi kekuatan dan keandalan struktur. Metode yang digunakan adalah simulasi Finite Element Analysis (FEA) dengan bantuan software ANSYS. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi teknis bagi pengembangan generator uap pada reaktor PeLUIT-40 dan aplikasi nuklir lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada permasalahan sebagai berikut :

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. Belum banyak kajian yang mengevaluasi tegangan termal (thermal stress) akibat beban termomekanik pada struktur pipa heliks generator uap HTGR secara komprehensif menggunakan pendekatan analisis struktural.
2. Pengaruh variasi geometri heliks—seperti pitch dan diameter—terhadap distribusi tegangan, deformasi, dan nilai safety factor masih belum dikaji secara mendalam dalam konteks desain steam generator HTGR.
3. Pendekatan optimasi desain struktur pipa heliks berbasis simulasi elemen hingga (FEA) belum banyak digunakan untuk menentukan konfigurasi desain yang dapat meningkatkan keandalan operasional dan memenuhi standar keselamatan seperti ASME.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Sebagai penjabaran dari rumusan masalah, pertanyaan penelitian adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi pitch dan diameter heliks terhadap perpindahan panas, tegangan, deformasi, dan safety factor pada struktur pipa heliks generator uap HTGR?
2. Desain geometri heliks seperti apa yang memberikan performa struktural paling optimal dari segi tegangan, deformasi, dan safety factor?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dari penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Menentukan pengaruh variasi geometri (pitch dan diameter) terhadap nilai temperature perpindahan panas, tegangan ekuivalen, deformasi total, dan safety factor pada struktur pipa heliks generator uap HTGR.
2. Menentukan konfigurasi geometri heliks yang paling optimal dari segi tegangan minimum, deformasi rendah, dan nilai safety factor yang mendekati atau melebihi standar desain.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan sebagai berikut:



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 milik Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian ini hanya mensimulasikan beban panas dan mekanik (termal dan tekanan) tanpa mempertimbangkan aliran fluida dinamis, sehingga fokus utama adalah pada respons struktural pipa heliks.
2. Material yang digunakan dalam simulasi dibatasi pada Incoloy 800H, sesuai dengan spesifikasi umum yang digunakan pada sistem HTR-PM sebagai acuan.
3. Simulasi dilakukan menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA) yang dijalankan pada perangkat lunak ANSYS Mechanical, dengan lisensi milik BRIN.
4. Penelitian ini memfokuskan pada struktur pipa heliks beserta penopangnya (support) dalam sistem generator uap HTGR, tanpa mencakup komponen lain seperti shell atau sistem perpindahan panas secara keseluruhan.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memperdalam pemahaman mengenai sistem pembangkit listrik tenaga nuklir, khususnya generator uap pada PLTN reaktor gas bertemperatur tinggi (HTGR), melalui pendekatan numerik berbasis simulasi termal-struktural. Mahasiswa juga dapat memperoleh pengalaman langsung dalam menganalisis pengaruh variasi desain terhadap integritas struktural komponen kritis seperti pipa heliks, serta dalam melakukan evaluasi tegangan, deformasi, dan safety factor.

2. Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pembelajaran di bidang teknologi mekanikal dan struktural terkait analisis struktur, simulasi elemen hingga (finite element analysis), serta desain komponen termal-mekanikal. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan tugas akhir atau penelitian lanjutan yang relevan dengan sistem pembangkit generasi IV.

3. Bagi Instansi BRIN

Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dan aplikatif dalam bentuk studi kasus konkret mengenai pengaruh variasi geometri terhadap integritas struktural pipa heliks pada generator uap HTGR. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi masukan awal dalam pengembangan desain komponen reaktor nuklir generasi IV



yang lebih handal dan aman, serta memperkaya basis data numerik terkait evaluasi tegangan dan safety factor komponen kritis reaktor.

Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

1. BAB I – Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II – Tinjauan Pustaka

Memuat landasan teori terkait perpindahan panas dan mekanika struktur, kajian literatur dari penelitian terdahulu, serta kerangka pemikiran yang mendasari pendekatan simulasi dan desain geometri heliks.

3. BAB III – Metode Penelitian

Menjelaskan pendekatan penelitian berbasis simulasi elemen hingga, geometri dan material yang digunakan, parameter variasi desain, serta metode validasi model.

4. BAB IV – Hasil dan Pembahasan

Menyajikan hasil simulasi termal dan struktural dari variasi pitch dan diameter heliks, dilengkapi analisis perpindahan panas, tegangan, deformasi, serta evaluasi safety factor untuk menentukan desain paling optimal.

5. BAB V – Penutup

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan studi lebih lanjut.

6. Daftar Pustaka

Menampilkan seluruh referensi yang digunakan dalam penelitian, termasuk jurnal ilmiah, standar teknis, dan dokumen proyek.

7. Lampiran

Memuat data pendukung seperti hasil simulasi ANSYS, gambar geometri model, grafik lengkap, dan dokumentasi validasi.

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 analisis numerik terhadap pengaruh variasi geometri terhadap kinerja termomekanik pipa heliks pada sistem generator uap HTR-PM, maka dapat disimpulkan sebagai berikut sesuai dengan tujuan penelitian:

- 1) Variasi pitch memberikan pengaruh non-linier terhadap tegangan maksimum dan deformasi, dengan nilai terendah terjadi pada pitch 220 mm ($\sigma_{von Mises maks} = 239,03 \text{ Mpa}$, $\delta = 0,20383 \text{ mm}$). Hubungan pitch dengan tegangan ekuivalen von mises maksimum dimodelkan dengan persamaan regresi polinomial orde tiga:

$$\sigma_{von Mises maks} = -2625,21143 + 43,83275P - 0,22011P^2 + 3,6388910^{-4}P^3$$

$$R^2 = 0,99855$$

Sedangkan untuk deformasi dimodelkan dengan persamaan regresi polinomial orde lima:

$$\delta = -8005,90131 + 179,13505P - 1,60017P^2 + 0,00713P^3$$

$$- 1,58681 \times 10^{-5}P^4 + 1,40925 \times 10^{-8}P^5$$

$$R^2 = 1$$

- 2) Variasi diameter heliks juga mempengaruhi secara non linier terhadap tegangan maksimum dan deformasi dengan nilai terendah pada diameter 389 mm ($\sigma_{von Mises maks} = 234,76 \text{ MPa}$, $\delta = 0,15069 \text{ mm}$) dan tertinggi pada 629 mm ($\sigma_{von Mises maks} = 247,89 \text{ MPa}$, $\delta = 0,50634 \text{ mm}$).

Hubungan non-linier tegangan von mises maksimum dengan diameter heliks dimodelkan dengan persamaan polinomial orde lima:

$$\sigma_{von Mises maks} = 12903,99174 - 134,45374 D + 0,55979 D^2 - 0,00114 D^3$$

$$+ 1,14839 \times 10^{-6} D^4 - 4,53747 \times 10^{-10} D^5$$

$$R^2 = 1$$

Sedangkan hubungan deformasi dengan diameter heliks ini dimodelkan dengan persamaan regresi polinomial orde lima:

$$\delta = -142,86615 + 1,44517D - 0,00579D^2 + 1,1510910^{-5}D^3$$

$$- 1,13576410^{-8}D^4 + 4,45023 10^{-12}D^5$$

$$R^2 = 1$$

Hak Cipta :

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

- 3) Terdapat hubungan linier negatif antara tegangan maksimum dan safety factor, membuktikan bahwa tegangan adalah parameter dominan dalam menentukan integritas struktur pipa heliks HTGR. Hal ini dijelaskan dengan persamaan regresi linear :

$$SF_{pitch} = 2.40001 - 0.00479 \sigma_{von Mises maks}$$

$$R^2 = 0.99926$$

$$SF_{diameter} = 2.48626 - 0.00515 \sigma_{von Mises maks}$$

$$R^2 = 0.9998$$

- 4) Konfigurasi optimal untuk desain pipa heliks HTGR 250 MWth yang direkomendasikan adalah dengan pitch 220 mm dan diameter heliks 569 mm yang merupakan desain yang sudah eksisting .

Dengan demikian, penelitian ini telah mencapai tujuan yang ditetapkan. Hasilnya dapat menjadi referensi dalam pengembangan dan validasi desain komponen pipa heliks pada sistem steam generator reaktor temperatur tinggi generasi lanjut.

5.2 SARAN

1. Penelitian lanjutan dapat memanfaatkan pendekatan Response Surface Optimization (RSO) guna memperoleh konfigurasi desain yang lebih optimal melalui metode statistika numerik, seperti Design of Experiments (DoE) atau Response Surface Methodology (RSM). Pendekatan ini memungkinkan pencarian parameter desain terbaik secara efisien dalam ruang desain multidimensional.
2. Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) disarankan untuk dikombinasikan dengan analisis struktural guna memperoleh distribusi temperatur dan tekanan internal yang lebih akurat. Hal ini dapat meningkatkan realisme beban termal dan memberikan gambaran lebih rinci mengenai efek interaksi fluida-struktur (Fluid-Structure Interaction/FSI).
3. Parameter desain lainnya seperti ketebalan dinding pipa, diameter luar pipa, jumlah lilitan heliks, maupun variasi material (misalnya antara Incoloy 800H dan baja paduan lain) dapat dieksplorasi guna mendapatkan konfigurasi desain yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap kondisi operasi yang berbeda.



© 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

4. Studi lanjutan juga disarankan untuk mencakup aspek ketahanan jangka panjang, seperti efek creep, fatigue termal, atau korosi tegangan, yang relevan terhadap umur pakai sistem pipa heliks dalam lingkungan suhu tinggi reaktor generasi lanjut.





DAFTAR PUSTAKA

- [1] National Grid, "What is nuclear energy (and why is it considered a clean energy)? | National Grid." Accessed: Jul. 01, 2025. [Online]. Available: <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-nuclear-energy-and-why-it-considered-clean-energy>
- [2] "BRIN - Badan Riset dan Inovasi Nasional." Accessed: Mar. 02, 2025. [Online]. Available: https://www.brin.go.id/news/96218/menggagas-energi-nuklir-yang-mendukung-net-zero-emission-indonesia?utm_source=chatgpt.com
- [3] K. Kugeler and Z. Zhang, *Modular High-temperature Gas-cooled Reactor Power Plant*. 2019. doi: 10.1007/978-3-662-57712-7.
- [4] IAEA, *IAEA TECDOC : Assessment and management of ageing of major nuclear power plant components important to safety : steam generators*. International Atomic Energy Agency, 2011.
- [5] W. Li *et al.*, "Three-dimensional thermal-mechanical analysis of helical coil once-through steam generator," *Appl Therm Eng*, vol. 263, Mar. 2025, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2024.125352.
- [6] "Evolusi Teknologi Reaktor Nuklir dari Masa ke Masa." Accessed: Jul. 04, 2025. [Online]. Available: <https://zonaebt.com/evolusi-teknologi-reaktor-nuklir-perjalanan-dari-masa-ke-masa/>
- [7] A. V. da Rosa and J. C. Ordóñez, "Nuclear Energy," *Fundamentals of Renewable Energy Processes*, pp. 833–853, Jan. 2022, doi: 10.1016/B978-0-12-816036-7.00030-0.
- [8] H. Khalil, R. Bennett, and R. Versluis, "THE GENERATION IV NUCLEAR ENERGY SYSTEMS TECHNOLOGY ROADMAP," 2002.
- [9] Z. Zhang *et al.*, "The Shandong Shidao Bay 200 MWe High-Temperature Gas-Cooled Reactor Pebble-Bed Module (HTR-PM) Demonstration Power Plant: An Engineering and Technological Innovation," *Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 112–118, Mar. 2016, doi: 10.1016/J.ENG.2016.01.020.

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



[10] IAEA, "A supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS) small modular reactors Catalogue 2024," 2024.

[11] S. Patel, "Project Pele, DOD's HTGR Mobile Nuclear Microreactor, Breaks Ground," Sep. 25, 2024. Accessed: Jul. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.powermag.com/project-pele-dods-htgr-mobile-nuclear-microreactor-breaks-ground/>

[12] E. M. Duchnowski, R. F. Kile, K. Bott, L. L. Snead, J. R. Trelewicz, and N. R. Brown, "Pre-conceptual high temperature gas-cooled microreactor design utilizing two-phase composite moderators. Part I: Microreactor design and reactor performance," *Progress in Nuclear Energy*, vol. 149, p. 104257, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.PNUCENE.2022.104257.

[13] X. M. Sun, Y. J. Dong, P. F. Hao, L. Shi, F. Li, and Y. T. Feng, "Three-dimensional numerical simulation of quasi-static pebble flow," *Advanced Powder Technology*, vol. 28, no. 2, pp. 499–505, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.appt.2016.11.007.

[14] Z. Zhang *et al.*, "Current status and technical description of Chinese 2 × 250 MWth HTR-PM demonstration plant," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 239, no. 7, pp. 1212–1219, Jul. 2009, doi: 10.1016/j.nucengdes.2009.02.023.

[15] J. Riznic, "Introduction to steam generators-from Heron of Alexandria to nuclear power plants: Brief history and literature survey. Brief history and literature survey.," in *Steam Generators for Nuclear Power Plants*, Elsevier Inc., 2017, pp. 3–33. doi: 10.1016/B978-0-08-100894-2.00001-7.

[16] Y. Dong, "DESIGN, SAFETY FEATURES & PROGRESS OF HTR-PM," 2018.

[17] U.S Department of Energy, *DOE FUNDAMENTALS HANDBOOK : MATERIAL SCIENCE*, vol. 1. Washington D.C: U.S. Department of Energy, 1993.

[18] R. B. Hetnarski and M. R. Eslami, *Solid Mechanics and Its Applications Thermal Stresses-Advanced Theory and Applications Second Edition*, 2nd ed. Florida. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10436-8>.

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



- [19] R.C Hibbler, *Mechanics of Materials Tenth Edition in SI Units*, 10th ed. London: Pearson Education, Inc., 2018. [Online]. Available: www.pearsonglobaleditions.com/hibbeler
- [20] “Deformation.” Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: https://ansyshelp.ansys.com/public/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v251/en/wb_sim/ds_Deformation.html
- [21] “Buckaroos | 8 Types of Pipe Supports and Their Features.” Accessed: Jul. 20, 2025. [Online]. Available: <https://buckaroos.com/blog/pipe-support-types>
- [22] “Types of Pipe Supports and Restraints and their Functions.” Accessed: Jul. 20, 2025. [Online]. Available: <https://www.piping-world.com/pipe-supports-and-restraints-types-and-functions>
- [23] G. Antaki and R. Gilada, “Supporting Structures,” in *Nuclear Power Plant Safety and Mechanical Integrity*, Elsevier, 2015, ch. 5, pp. 165–212. doi: 10.1016/b978-0-12-417248-7.00005-9.
- [24] S. Przybyl and P. Pieranski, “Helical close packings of ideal ropes,” *The European Physical Journal E*, vol. 4, pp. 445–449, Apr. 2001, doi: 10.1007/s101890170099.
- [25] I. ANSYS, “What is Finite Element Analysis (FEA)? | Ansys.” Accessed: Jul. 04, 2025. [Online]. Available: <https://www.ansys.com/simulation-topics/what-is-finite-element-analysis>
- [26] I. ANSYS, “Ansys Workbench : Overview.” Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: https://ansyshelp.ansys.com/public/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v251/en/wb2_help/wb2h_overview.html
- [27] “Ansys SpaceClaim :Introduction.” Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: https://ansyshelp.ansys.com/public/account/secured?returnurl=/Views/Secured/corp/v251/en/spaceclaim/Discovery/user_manual/introduction.html
- [28] U.S.A. Special Metals Corporation, “Incoloy-alloy-800h-800ht.”



- [29] X. Wei, S. Wu, P. Wang, and F. Zhao, "Study on the Structure Optimization and the Operation Scheme Design of a Double-Tube Once-Through Steam Generator," *Nuclear Engineering and Technology*, vol. 48, no. 4, pp. 1022–1035, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.net.2016.02.012.
- [30] J. Sun *et al.*, "Multi-objective optimization of helical coil steam generator in high temperature gas reactors with genetic algorithm and response surface method," *Energy*, vol. 259, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.energy.2022.124976.
- [31] K. Liu *et al.*, "Numerical investigation on the thermal load heterogeneity of multi-assembly helical coil steam generator in high temperature gas-cooled reactor," *Energy*, vol. 281, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.128355.
- [32] C. Zhang, H. Liu, H. Sun, B. Chen, Y. Hou, and Y. Zhou, "Numerical investigation on pressure and heat transfer characteristics in helical tubes with varying geometrical parameters," *Progress in Nuclear Energy*, vol. 187, p. 105854, Sep. 2025, doi: 10.1016/J.PNUCENE.2025.105854.
- [33] F. Chen, S. Liu, J. Wu, S. Meng, D. Jin, and X. Zhu, "Influences of coil diameter and pitch of helical-coiled tubes on flow instability in OTSG of small modular pressurized water reactor," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 442, p. 114263, Oct. 2025, doi: 10.1016/J.NUCENGDES.2025.114263.
- [34] H. Zhu, X. Yang, H. Ju, and S. Jiang, "TRANSIENT ANALYSIS OF ACTIVE RESIDUAL HEAT REMOVAL PROCESS FOR HTR-PM," ASME, Feb. 2013. doi: <https://doi.org/10.1115/ICONE21-15448>.
- [35] H. Yao *et al.*, "Study on the thermal and geometrical parameters of helical coil once-through steam generator system," *International Journal of Advanced Nuclear Reactor Design and Technology*, vol. 3, pp. 80–96, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.JANDT.2021.07.001.
- [36] "ASME BPVC CODE SECTION II, PART B SB-407 SPECIFICATION FOR NICKEL-IRON-CHROMIUM ALLOY SEAMLESS PIPE AND TUBE SB-407," ASME, 2007, pp. 533–540.



© 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 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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir F1 dengan Dosen Pembimbing 1

FORMULIR F1
LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi
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
OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS GENERATOR UAP REAKTOR NUKLIR GAS BERTEMPERATUR TINGGI BERBASIS ANALISIS THERMAL STRESS DAN SAFETY FACTOR	NABILA LUFKY KHAIRUNISA	SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 11 Juli 2025
Yang Menyatakan

Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi
NIP. 198901312019031009



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

FORMULIR F1b

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
OPTIMASI DESAIN STRUKTUR HELIKS GENERATOR UAP REAKTOR NUKLIR GAS BERTEMPERATUR TINGGI BERBASIS ANALISIS THERMAL STRESS DAN SAFETY FACTOR	NABILA LUFKY KHAIRUNISA	SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Tangerang Selatan, 11 Juli 2025
Yang Menyatakan

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

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
Optimasi Desain Struktur Heliks Generator Uap Reaktor Nuklir Gas
Bertemperatur Tinggi Berbasis Analisis *Thermal Stress* dan *Safety Factor*

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :
Nabila Lufky Khairanisa / 2102321002

PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

PEMBIMBING : Dr. Eng. Priyadi Mumpuni Adhi

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	16 April 2025	Diskusi awal mengenai simulasi pipa heliks pada reaktor HTR-PM		
2.	23 April 2025	Pembahasan data teknis termasuk kurva S-N, Yield Strength dan Tensile Strength Incoloy 800H		
3.	30 April 2025	Diskusi terkait data dimensi pipa heliks		
4.	21 Mei 2025	Diskusi terkait variasi simulasi pipa heliks dan pengolahan data		

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

Yang menyatakan
Pembimbing

Dr. Eng. Priyadi Mumpuni Adhi
NIP. 198901312019031009

**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 F2b

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Optimasi Desain Struktur Heliks Generator Uap Reaktor Nuklir Gas
Bertemperatur Tinggi Berbasis Analisis *Thermal Stress* dan *Safety Factor*

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

Nabila Lufky Khairunisa / 2102321002

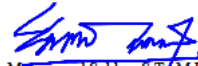
PROGRAM STUDI : D4 Teknologi Rekayasa Konversi Energi

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

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	6 Maret 2025	Diskusi awal mengenai judul dan topik skripsi	subhan	
2.	20 Maret 2025	Diskusi Rencana simulasi optimasi desain	subhan	
3.	30 April 2025	Diskusi terkait data teknis dan dimensi pipa heliks	subhan	
4.	21 Mei 2025	Diskusi masalah meshing dan support pipa heliks	subhan	

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

Yang menyatakan
Pembimbing

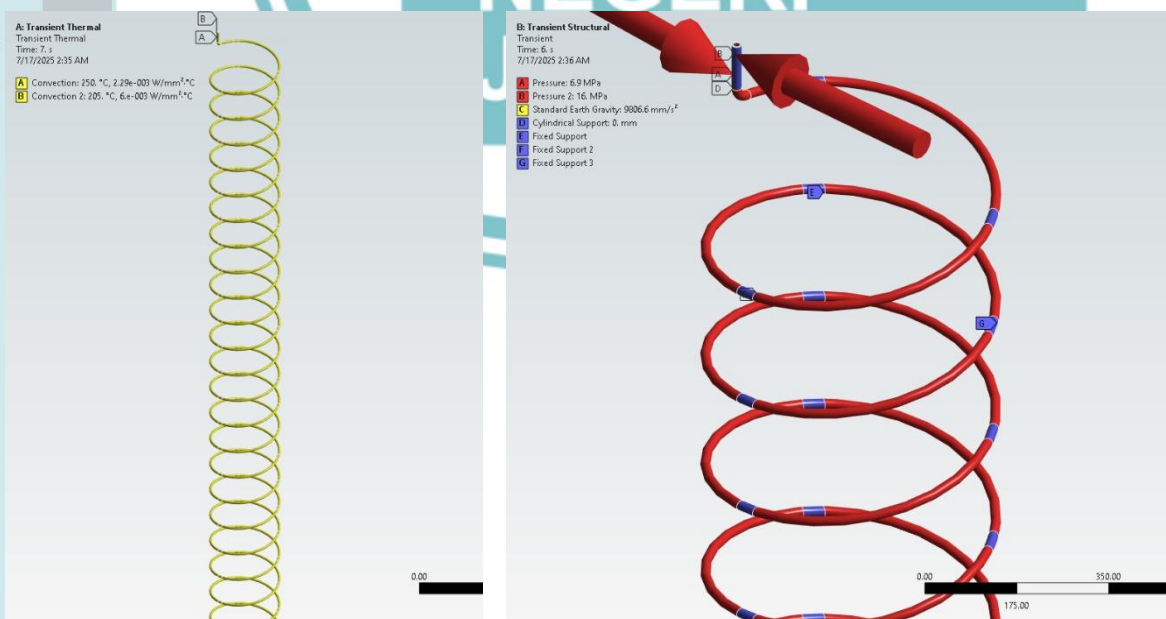

Muhammad Subhan, S.T., M.Eng
NIP. 198807312010121002

JAKARTA

Density : 7.94 kg/m ³					
Ultimate Tensile Strength		Yield Strength		S-N Curve	
Suhu (°C)	Stress (MPa)	Suhu (°C)	Stress (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Cycle
27	536	21	550	550	1050
125	465	537.8	540	540	9000
140	432	649	460	460	10000
150	378	760	350	350	110000
205	329	871	300	300	120000
260	236	982			

Temperature	Young Modulus	Shear Modulus	Poisson Ratio	Electrical Resistivity	Thermal Conductivity
°C	Gpa	Gpa	-	μΩ·M	W/M°C
20	196.5	73.4	0.339	0.989	11.5
100	191.3	71.2	0.343	1.035	13
200	184.8	68.5	0.349	1.089	14.7
300	178.3	66.1	0.357	1.127	16.3
400	171.6	63	0.362	1.157	17.9
500	165	60.3	0.367	1.191	19.5
600	157.7	57.4	0.373	1.223	21.2
700	150.1	54.3	0.381	1.251	22.8
800	141.3	50.7	0.394	1.266	24.7
900				1.283	27.1
1000				1.291	31.9

Lampiran 6 Boundary Condition

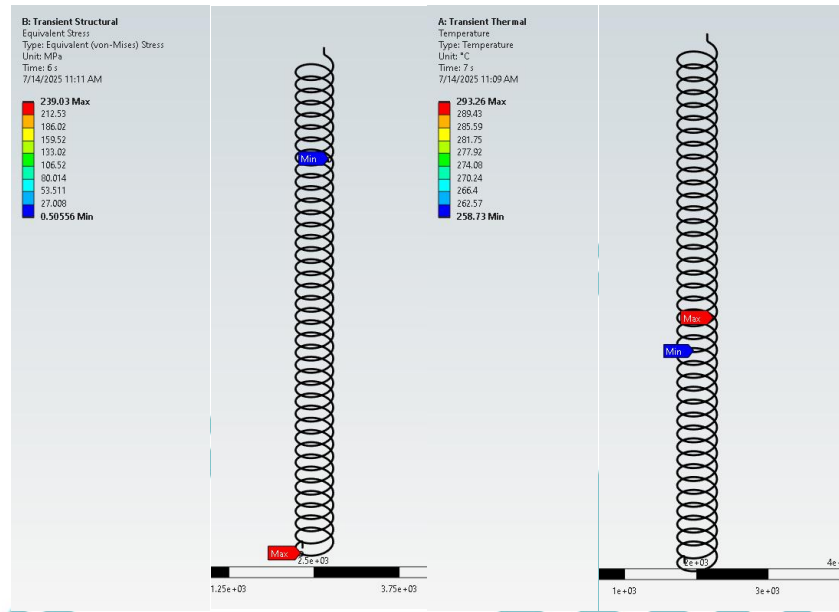




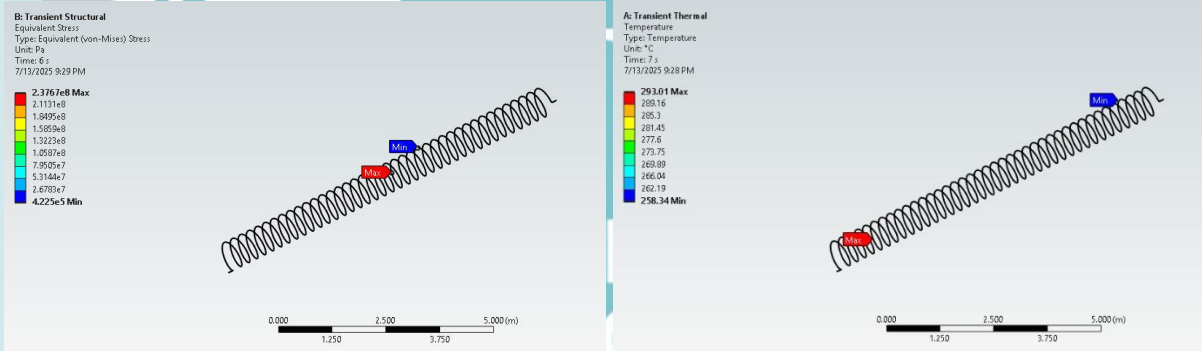
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



449 mm

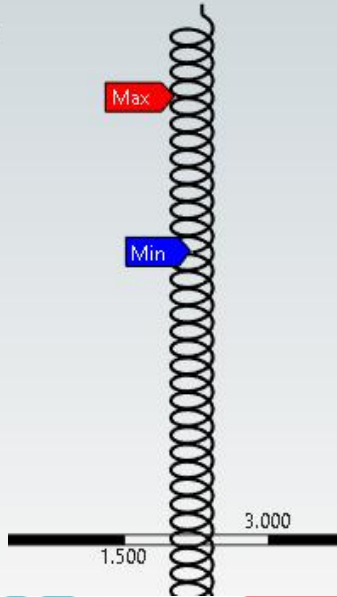


689 mm

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

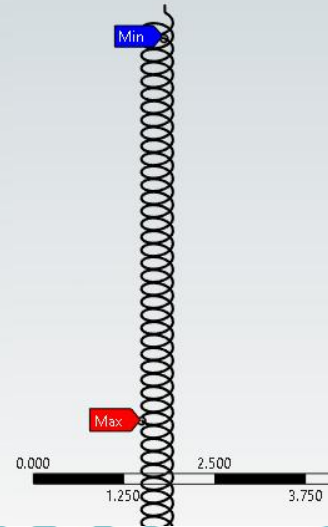
A: Transient Thermal
 Temperature
 Type: Temperature
 Unit: °C
 Time: 7 s
 7/13/2025 9:14 PM

294.39 Max
 290.42
 286.45
 282.48
 278.51
 274.54
 270.56
 266.59
 262.62
 258.65 Min



B: Transient Structural
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: Pa
 Time: 6 s
 7/13/2025 9:15 PM

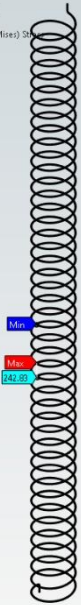
2.4618e8 Max
 2.1894e8
 1.9171e8
 1.6447e8
 1.3723e8
 1.1e8
 8.2763e7
 5.5527e7
 2.8291e7
 1.055e6 Min



629 mm

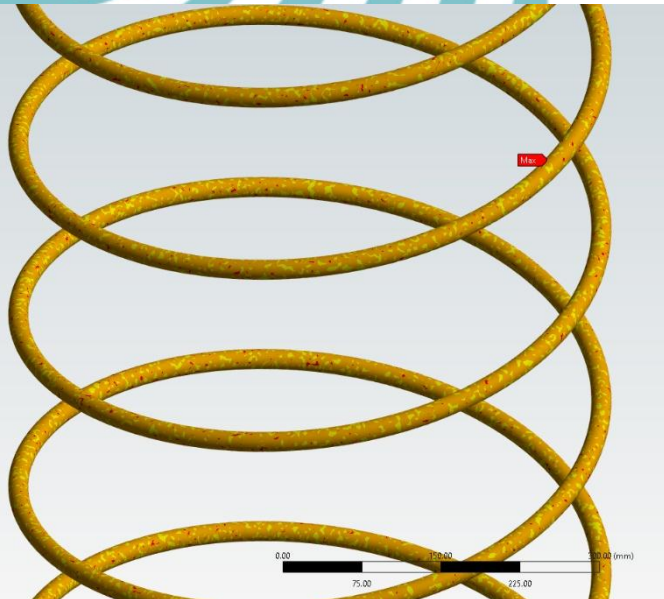
B: Transient Structural
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 6 s
 7/17/2025 1:49 AM

242.83 Max
 215.9
 188.96
 162.02
 135.30
 108.15
 81.21
 54.272
 27.335
 6.397 Min



A: Transient Thermal
 Temperature
 Type: Temperature
 Unit: °C
 Time: 7 s
 7/17/2025 1:54 AM

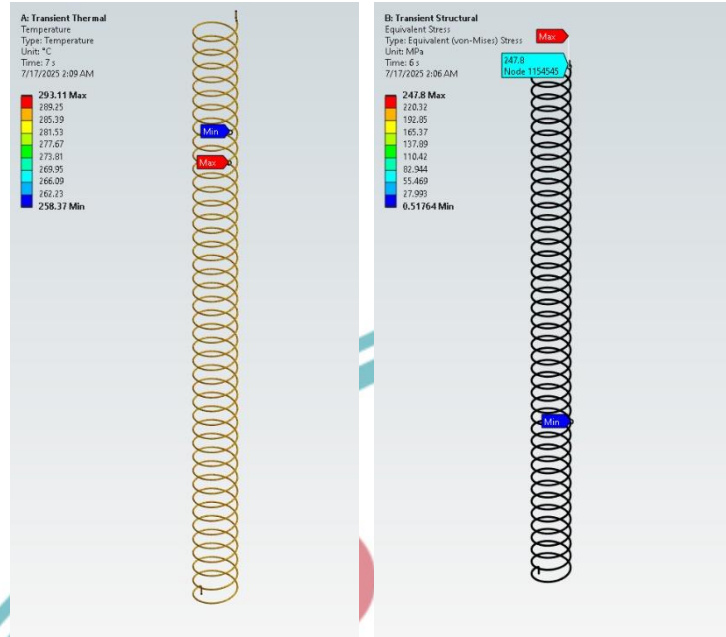
293.86 Max
 288.18
 282.29
 281.41
 277.52
 273.64
 269.76
 265.87
 261.99
 258.1 Min



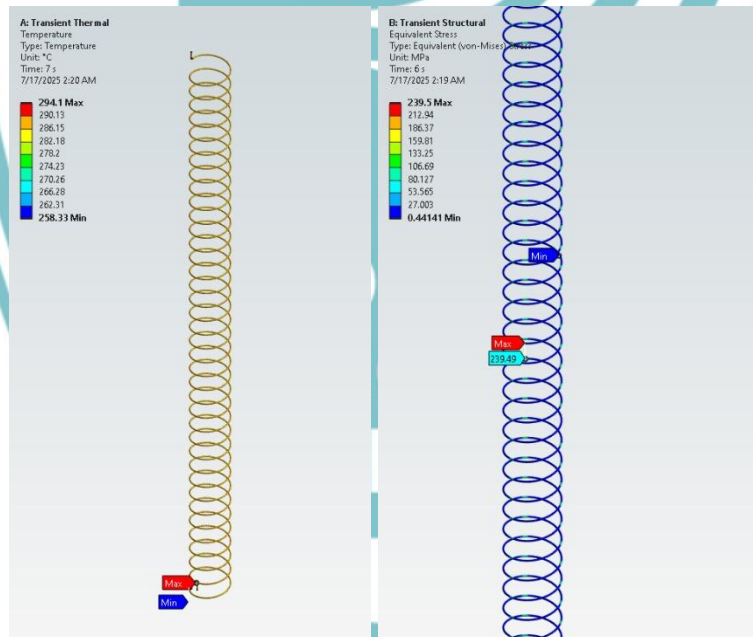
200 mm

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



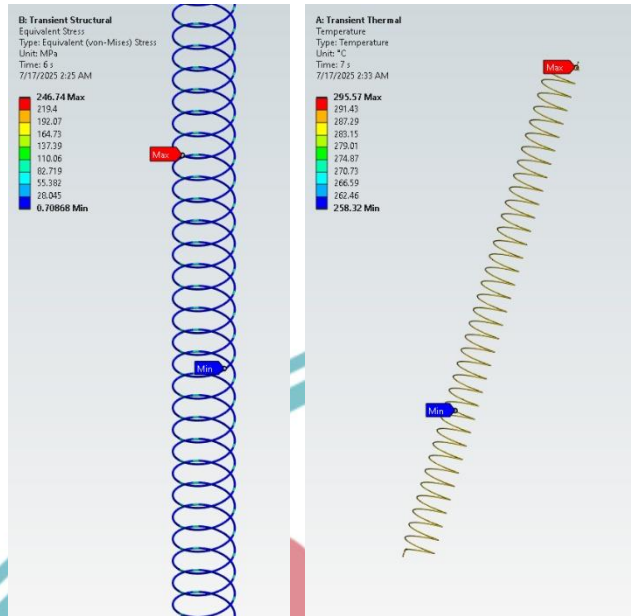
210 mm



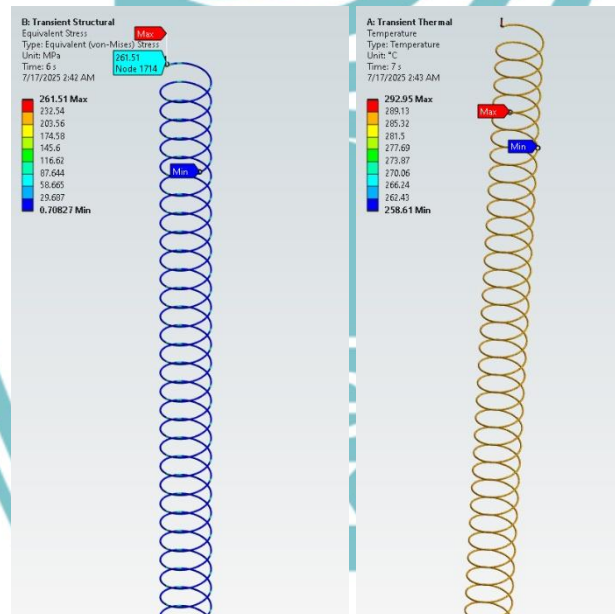
230 mm

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



240 mm



250 mm

Lampiran 8 Spesifikasi High Performance Computing BRIN

Computer Name	SEMERU04
Operating System	Windows 11 Pro for Workstations 64-bit
Language	English
System Manufacture	LENOVO
System Model	30E4S74900
BIOS	S0AKT39A
Processor	Intel(R) Xeon(R) W-1390P @ 3.50GHz (16 CPU(s))
Memory	131068MB (RAM)
GPU	NVIDIA RTX A5000
DirectX Version	DirectX 12
Disk 0(C:)	SAMSUNG MZVL21T0HCLR-00BL7
Disk 1(D:)	ST2000DM008-2UB102

Variasi	Node	Element	Maximum Equivalent von-mises Stress (MPa)	Maximum Total Deformation (mm)	Maximum Temperature (°C)	Minimum Safety Factor
20	1181998	4049509	247.8	0.15895	437.96	1.2107
20	1154559	3977784	242.83	0.015934	317.93	1.2354
20	1106933	3812803	239.03	0.28789	286.61	1.2551
20	1059746	3645235	239.5	0.15807	518.81	1.2526
20	1016038	3493868	246.74	0.2535	315.84	1.2159
20	980138	3371566	261.51	0.17818	287.47	1.1472

Variasi	Node	Element	Maximum Equivalent von-mises Stress (MPa)	Maximum Total Deformation (mm)	Maximum Temperature (°C)	Minimum Safety Factor
389	745084	2542879	234.76	0.24535	446.27	1.2779
449	865278	2963434	246.18	0.22389	481.46	1.2186
509	991827	3423275	242.7	0.20202	446.4	1.2361
569	1106933	3812803	239.03	0.18024	445.91	1.2551
629	1194684	4096118	247.89	0.14931	445.01	1.2102
689	1304051	4473995	237.67	0.50634	470.31	1.2623

Lampiran 10 Data Pendukung dari Jurnal Kai Liu et al (2023)

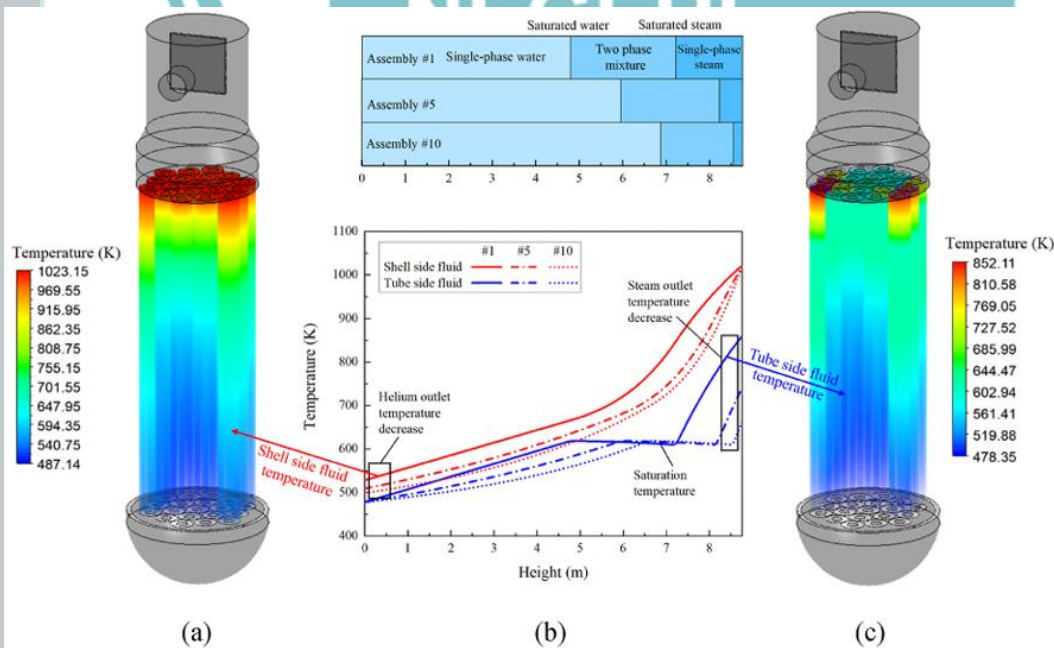


Fig. 15. Distribution of shell side fluid (a), tube side fluid (c) in heat exchange assemblies and along height direction (b).

- 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

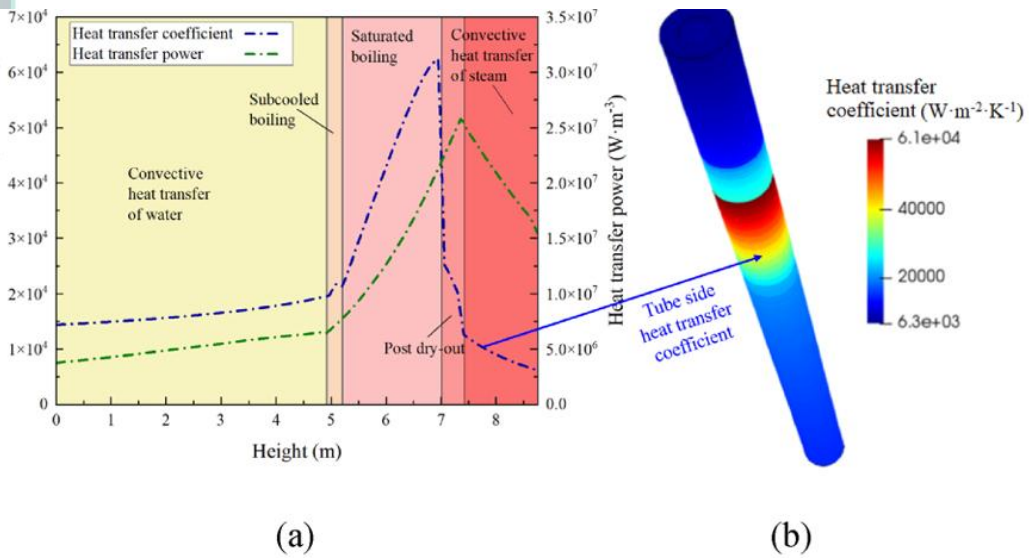
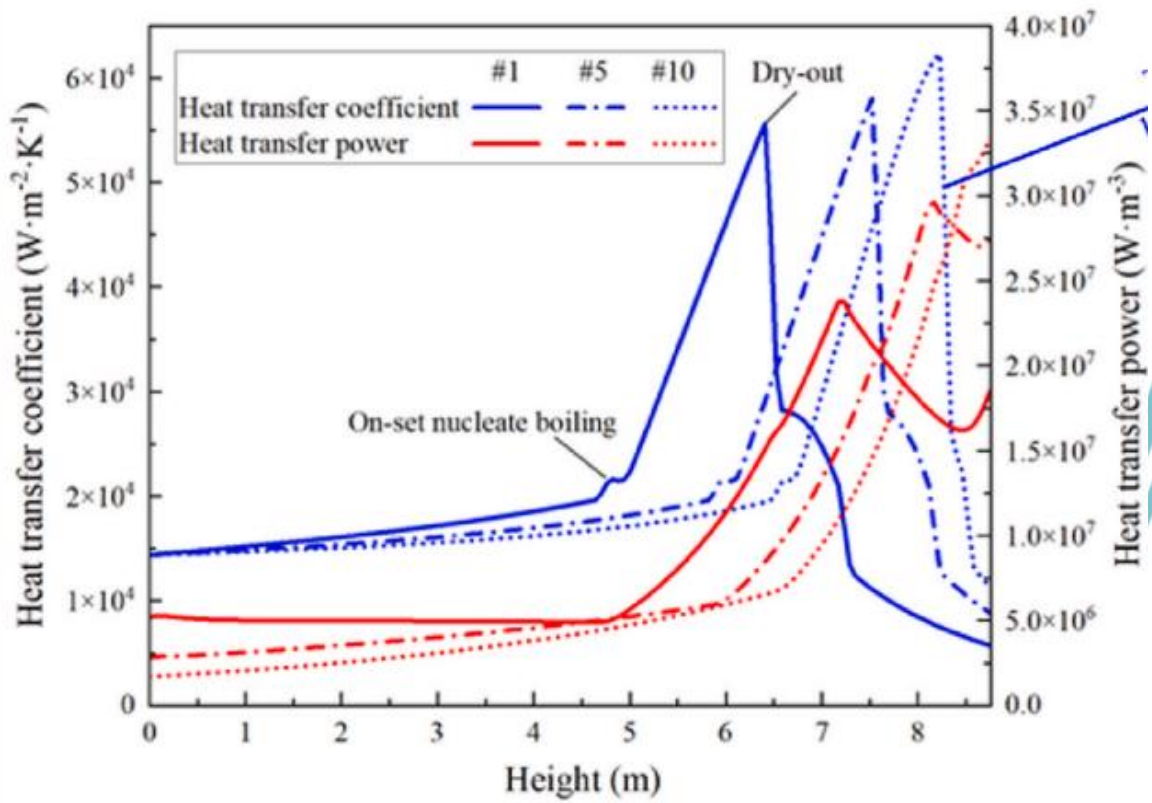


Fig. 7. Distribution of heat transfer power (a) and tube side heat transfer coefficient (b) in assembly and along height direction.



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

Table 4

Geometric parameters of helical coil once-through steam generator.

Geometric parameters	Value
Heat exchange assembly height (m)	8.758
Total number of heat exchange assembly	19
Inner diameter of the outer sleeve (mm)	580
Outer diameter of the central cylinder (mm)	280
Helical tube transverse spacing (mm)	30
Helical tube longitudinal spacing (mm)	25
Helical tube length (m)	61.2
Helical tube outer diameter (mm)	19
Helical tube wall thickness (mm)	3
Total number of helical tubes in single assembly	35
Total number of helical tubes	665

Table 5

Design parameter of shell side and tube side fluid.

Parameters	Value
Tube side fluid	Working medium
	Water-steam
	Outlet pressure (MPa)
	13.9
	Flow direction
Shell side fluid	Upward
	Inlet temperature (K)
	478.35
	Mass flow rate (kg/s)
	5.06
	Working medium
	Helium
	Operating pressure (MPa)
	7.0
	Flow direction
	Downward
	Inlet temperature (K)
	1023.15
	Mass flow rate (kg/s)
	5.053

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA