



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**PERANCANGAN STRUKTUR *REACTOR PRESSURE VESSEL* (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt
(PeLUIt-40)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

**Shafa Hafish Ali
NIM. 2002311043**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



PERANCANGAN STRUKTUR *REACTOR PRESSURE VESSEL* (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Shafa Hafish Ali

NIM: 2002311043

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT serta atas dukungan dan do'a dari orang tercinta, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terimakasih kepada:

1. Ayah dan ibu yang senantiasa memberikan dukungan, mendoakan dan memberi semangat dalam melaksanakan kuliah sehingga bisa sampai pada tahap ini.
2. My pooh yang senantiasa mendukung, memotivasi dan mendo'akan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Sahabat-sahabatku yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman mesin angkatan 20 almamater tercinta Politeknik Negeri Jakarta D3-Teknik Mesin.

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

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN STRUKTUR REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Oleh :

SHAFHA HAFISH ALI

NIM. 2002311043

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1

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

NIP. 198901312019031009

Pembimbing 2

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

NIP. 197707142008121005

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002

Pembimbing Institusi

Muhammad Subhan, ST., 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN STRUKTUR REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Oleh:

SHAFHA HAFISH ALI

NIM. 2002311043

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 25 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. NIP. 198901312019031009	Ketua		25/08-2023
2.	M Hidayat Tullah S.T., MT. NIP. 198905262019031008	Anggota		25/08-2023
3.	Drs. Darius Yuhaz, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Anggota		25/08-2023
4.	Muhammad Subhan, S.T., M.Eng. NIP. 198807312010121002	Anggota		25/08-2023

Depok, 25 Agustus 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Shafa Hafish Ali
NIM : 2002311043
Program Studi : DIII Teknik Mesin

Menyatakan bahwa judul dan isi Laporan Tugas Akhir ini bebas dari Plagiasi. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Denok, 25 Agustus 2023



NIM: 2002311043

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

PERANCANGAN STRUKTUR REACTOR *PRESSURE VESSEL* (RPV) PADA REACTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Shafa Hafish Ali¹⁾, Pribadi Mumpuni Adhi²⁾, Muslimin³⁾, Muhamad Subhan⁴⁾,
Farisy Yogatama Sulisty⁵⁾

Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Jakarta, Kampus UIDepok, 16424

Email: shafaali51@gmail.com

ABSTRAK

PT Pertamina, Universitas Pertamina, dan ORTN BRIN merencanakan pembangunan reaktor berdaya termal 40 MWt (PeLUIt-40) yang berbasis reaktor temperatur tinggi berpendingin gas atau *high temperature gas-cooled reactor* (HTGR). Salah satu komponen utama pada PeLUIt adalah bejana tekan reaktor atau *Reactor Pressure vessel* (RPV). penelitian ini dilakukan Perancangan Struktur *Reactor Pressure Vessel* (RPV) untuk menahan tekanan dan beban pada komponen inti reaktor. Dengan melakukan perhitungan desain perancangan untuk mengetahui tebal dan tegangan pada komponen RPV serta analisis pada desain. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Finite Element Analysis* (FEA), dengan menggunakan software ANSYS. Hasil ketebalan dan tekanan untuk pressure vessel dengan analitik didapat tegangan *equivalent* pada *Cylindrical Shells* sebesar 97, 6167 MPa dengan ketebalan sebesar 65 mm dan tegangan pada *Closure Head* adalah 104,4 MPa dengan ketebalan 35 mm. Sedangkan pada simulasi *structural* yang diberikan kondisi thermal menghasilkan nilai *equivalent stress* maksimum sebesar 387,76 MPa dan untuk nilai deformasi maksimum sebesar 5,1196 mm. Dengan hasil standar keamanan berdasar *ASME Code III* adalah $P_1 + P_b < 1,5S_m$ (196,79 MPa < 207 MPa).

Kata Kunci: PeLUIt-40, bejana tekan, suhu tinggi, HTGR, Finite Element Analysis (FEA).

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



PERANCANGAN STRUKTUR REACTOR *PRESSURE VESSEL* (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)

Shafa Hafish Ali¹⁾, Pribadi Mumpuni Adhi²⁾, Muslimin³⁾, Muhamad Subhan⁴⁾,
Farisy Yogatama Sulisty⁵⁾

Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: shafaali51@gmail.com

ABSTRACT

PT Pertamina, Universitas Pertamina, and the National Research and Innovation Agency (ORTN BRIN) are planning the development of a 40 MWt thermal power reactor (PeLUIt-40) based on a high-temperature gas-cooled reactor (HTGR) technology. One of the main components of PeLUIt is the reactor pressure vessel (RPV), which is designed to withstand pressure and loads within the reactor core. This study focuses on the Structural Design of the Reactor Pressure Vessel (RPV) to withstand pressure and loads in the reactor's core components. The design calculations are performed to determine the thickness and stress distribution in the RPV components, along with structural analysis. The research methodology employed in this study is the Finite Element Analysis (FEA) using ANSYS software. The obtained results include the thickness and pressure values for the pressure vessel, revealing an equivalent stress of 97.6167 MPa in the Cylindrical Shells with a thickness of 65 mm, and a stress of 104.4 MPa in the Closure Head with a thickness of 35 mm. Furthermore, in the structural simulation under thermal conditions, the maximum equivalent stress is determined to be 387.76 MPa, and the maximum deformation reaches 5.1196 mm. These results comply with the safety standards outlined in the ASME Code III: $P_l + P_b < 1.5S_m$ (196.79 MPa < 207 MPa).

Keywords: PeLUIt-40, pressure vessel, high temperature, HTGR, Finite Element Analysis (FEA).

Hak Cipta :

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



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “**PERANCANGAN STRUKTUR REACTOR PRESSURE VESSEL (RPV) PADA REAKTOR NUKLIR 40 MWt (PeLUIt-40)**”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Budi Yuwono, S.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng. dan Dr. Eng. Ir. Muslimin, ST., MT. IWE. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Muhammad Subhan, ST., M.Eng dan Farisy Yogatama Sulistyio, ST., MT selaku pembimbing *On Job Training* (OJT) di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
5. Radhi Maladzi, S.T., M.T. selaku dosen Mekanika Teknik yang telah membantu dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan yang dibuat baik sengaja ataupun tidak sengaja dikarenakan terbatasnya ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan penulis menerima segala saran kritik yang membangun guna membuat penulis menjadi diri yang lebih baik.

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

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penelitian untuk kedepannya dan juga kepada semua pembacanya.

Depok, Agustus 2023

Shafa Hafish Ali

NIM. 2002311043





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN ORISINILITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Reaktor Nuklir	5
2.2 Deskripsi PeLUIt-40	5
2.3 Komponen PeLUIt-40	8
2.4 Reaktor Pressure Vessel	10
2.5 Komponen Pada Reaktor Pressure Vessel	11
2.5.1 Komponen Utama	11
2.5.2 Komponen Pendukung	12
2.6 Standar Dan Kode	13
2.6.1 ASME CODE	14
2.7 Konsep Desain	16
2.8 Material Reaktor Pressure Vessel	19
2.9 <i>Finite Element Analysis (FEA)</i>	23
2.10 <i>Meshing</i>	24
2.11 <i>Software CAD (Computer Aided Design)</i>	25
2.11.1 <i>SolidWorks</i>	25
2.11.2 <i>ANSYS</i>	25
BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN	27
3.1 Diagram Alir	27
3.2 Penjelasan Langkah Kerja	28
3.2 Metode Pemecahan Masalah	30
BAB IV PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Perhitungan	34
4.1.1 Perhitungan Tebal (<i>Shells</i>)	34
4.1.2 Tegangan Pada Silinder Tekan (<i>Shells</i>)	34

Hak Cipta :

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



4.1.3 <i>Support Lug</i>	35
4.2 Hasil Analisis Static Struktural.....	36
4.2.1 <i>Linearized Equivalent Stress</i>	40
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44



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 Struktur reaktor	6
Gambar 2.2 Bahan bakar (<i>pebble bed</i>)	6
Gambar 2.3 Skema PeLUIt-40	7
Gambar 2.4 Komponen pada PeLUIt-40	8
Gambar 2.5 <i>Reactor pressure vessel</i> (RPV)	10
Gambar 2.6 Komponen (RPV)	11
Gambar 2.7 Batas intensitas tegangan	15
Gambar 2.8 (a).Bejana tekan dinding tipis, (b).Bejana tekan dinding tebal	17
Gambar 2.9 Komponen Shell	17
Gambar 2.10 Komponen Head	18
Gambar 2.11 Hoop stress	18
Gambar 2.12 Longitudinal stress	19
Gambar 2.13 Bentuk Mesh	24
Gambar 2.14 logo Aplikasi Solidwork	25
Gambar 2.15 logo Aplikasi Ansys	26
Gambar 3.1 Diagram Alir	27
Gambar 3.2 Geometri RPV	29
Gambar 3.3 Simplifikasi Geometri RPV	29
Gambar 3.4 Simulasi Skematik	31
Gambar 3.5 Meshing pada Geometri	32
Gambar 3.6 <i>Boundary Condition Simulasi</i>	32
Gambar 4.1 (a) <i>Support Lug</i> luar (b) <i>Support Lug</i> dalam	36
Gambar 4.2 <i>Equivalent stress</i>	37
Gambar 4.3 Tegangan maksimum	37
Gambar 4.3 Total Deformasi	38
Gambar 4.5 <i>Equivalent stress</i> (Upper Clossure Head)	39
Gambar 4.6 <i>Equivalent stress</i> (Silinder shell)	39
Gambar 4.7 <i>Equivalent stress</i> (Bottom Clossure Head)	40

Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Material SA 516 Gr 70.....	20
Tabel 2.2 Material Properties SA 516 Gr 70.....	21
Tabel 2.3 Intensitas Tegangan.....	21
Tabel 2.4 Young Modulus.....	21
Tabel 2.5 <i>Thermal Conductivity</i>	22
Tabel 2.6 <i>Coefficient Thermal Expansion</i>	22
Tabel 3.1 <i>Boundary Condition Simulasi</i>	33
Tabel 4.1 Ketebalan <i>Shells</i>	34
Tabel 4.2 Tegangan Pada <i>Shells</i>	35
Tabel 4.3 Tegangan Pada <i>Shells(simulasi static struktural thermal)</i>	35
Tabel 4.4 Nilai <i>Linearized Equivalent Stress</i>	40





BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang

Pemanasan global merupakan fenomena yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Emisi ini sebagian besar berasal dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan polusi industri. Peningkatan suhu global memiliki dampak yang serius, termasuk perubahan iklim yang ekstrem, naiknya permukaan air laut, kekeringan, banjir, dan kerugian ekosistem yang tidak dapat diperbaiki. Untuk mengatasi dampak tersebut, *net zero emission* (NZE) telah menjadi target yang dinyatakan oleh banyak negara dan organisasi internasional [1].

Pada tahun 2021, BRIN bekerja sama dengan PT Pertamina untuk membuat desain reaktor nuklir untuk kogenerasi yang diberi nama Pembangkit Listrik dan Uap untuk Industri (PeLUIt-40) dengan upaya untuk mengurangi emisi gas karbon, karena reaktor nuklir tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca. Reaktor PeLUIt adalah reaktor jenis *High Temperature Gas Cooled Reactor* (HTGR) dengan daya 40 MWt yang menggunakan gas helium sebagai pendingin. Gas yang dikombinasikan dengan bahan teras tahan panas seperti grafit. Gas helium dipilih sebagai fluida kerja pendingin di reaktor karena beberapa pertimbangan seperti termasuk golongan gas mulia, tidak korosif dan tidak mudah bereaksi (*inert*) pada suhu tinggi [2]. Salah satu komponen utama pada PeLUIt adalah bejana tekan reaktor atau *Reactor Pressure vessel* (RPV). Bejana tekan reaktor atau *Reactor Pressure vessel* (RPV) adalah sebuah bejana wadah bertekanan. Tujuan utamanya untuk memuat media yang diberikan tekanan dan suhu. Pada reaktor jenis *High Temperature Gas Cooled Reactor* (HTGR) memiliki suhu operasional yang cukup tinggi yaitu diatas 600° C.

Pada Struktur *Reactor Pressure vessel* (RPV) harus dirancang dengan baik, karena *Reactor Pressure vessel* (RPV) harus menahan tekanan serta suhu yang tinggi akibat reaksi *fisi* nuklir yang terjadi di dalam inti reaktor. Dengan rancangan yang baik sehingga *Reactor Pressure vessel* (RPV) dapat terhindar dari kebocoran. Komponen utama pada *Reactor Pressure vessel* (RPV) terdiri dari *Cylindrical Shells* dan *Spherical Shell (head) and (bottom)*. Dengan begitu acuan untuk membuat design *Reactor Pressure vessel* (RPV) yaitu menentukan tebal serta panjang dari komponen utama tersebut. Dengan berbagai parameter seperti *core barel*, bahan bakar, dan sebagainya yang mempengaruhi dimensi bejana tekan tersebut [3].



Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini dilakukan Perancangan Struktur Reaktor *Reactor Pressure vessel* (RPV) untuk menahan tekanan dan beban pada komponen inti reaktor. Dengan melakukan perhitungan desain perancangan yang bertujuan untuk menghitung kekuatan dan tegangan pada material serta analisis pada desain. Distribusi beban dan tekanan dalam reaktor dapat di analisis secara *formula* (hitung manual) dengan mengacu pada standar ASME CODE Sec. III dan data perhitungan yang sudah di dapat akan di analisis *by software Finite Element Analysis* (FEA) [3].

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari perancangan struktur reaktor *pressure vessel* pada reaktor PeLUIt-40 adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui ketebalan *shells* hasil analitik pada *Reaktor Pressure vessel* (RPV).
2. Mengetahui *equivalent stress* hasil analitik pada *Reaktor Pressure vessel* (RPV).
3. Mengetahui nilai *equivalent stress* rata-rata hasil simulasi static struktural thermal.
4. Mengetahui nilai *equivalent stress* maksimum hasil simulasi static *structural*.
5. Mengetahui nilai deformasi maksimum hasil simulasi static *structural*.
6. Menentukan rancangan *Reaktor Pressure vessel* (RPV) yang aman sesuai standar ASME.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang di tetapkan oleh penulis, yaitu:

1. *Support Lug* pada *reactor pressure vessel* hanya digunakan sebagai acuan desain dan dianggap *fix* sehingga tidak termasuk dalam rancangan desain.
2. Flange, nozel dan sambungan tidak dibahas, sehingga fokus terhadap struktur *pressure vessel* nya saja.
3. Simulasi struktur menggunakan *ansys* hanya dibatasi pada simulasi *statis*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah menghasilkan perhitungan rancangan struktur *Reaktor Pressure vessel* (RPV) pada reaktor PeLUIt-40 sesuai rancangan yang diminta Perusahaan.

1.5 Metode 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

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Finite Element Analysis* (FEA), dengan menggunakan *software ANSYS static structural dan static structural thermal* untuk menganalisis kekuatan struktur *Reaktor Pressure vessel* di reaktor PeLUIt-40. Data-data terkait parameter yang digunakan dalam simulasi diperoleh dari studi literatur dan dari Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir BRIN.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Adapun sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir
2. Rumusan Masalah
3. Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir
4. Batasan Masalah Penulisan Laporan Tugas Akhir
5. Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir
6. Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir
7. Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang penguraian tinjauan pustaka dan teori dasar yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir

Pada bab ini berisi tentang penjelasan diagram alir pembuatan pengerjaan tugas akhir.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan serta hasil dari pembahasan perancangan *Reaktor Pressure vessel* (RPV) pada *Reaktor Nuklir 40 Mwt*.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini berisi penjabaran kesimpulan hasil dari perancangan dan analisis serta saran untuk penulis.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan analitik didapat :

Tegangan Analitik *Equivalent vessel* didapat 97,6267 MPa pada bagian dinding silinder dan 104 MPa pada *Closure Head* (atas dan bawah).

Ketebalan dinding silinder adalah 65 mm, dan Ketebalan *Closure Head* adalah 35 mm.

Dari hasil simulasi didapat:

Nilai *equivalent stress* rata-rata simulasi static struktural thermal pada bagian dinding silinder adalah 71.895 MPa, *Closure Head* (atas) adalah 62.28 MPa, dan *Closure Head* (bawah) adalah 33.273

- Nilai *equivalent stress* simulasi *static struktural thermal* maksimum pada struktur adalah 387,76 MPa dengan konsentrasi tegangan berada dibagian *surface* pada vessel dan *support lug*.
- Nilai deformasi maksimum pada simulasi ststic struktural thermal adalah 5,1196 mm. Nilai maksimum tersebut terdapat pada silinder dari vessel

Setelah membandingkan nilai *equivalent stress* hasil simulasi dengan standar keamanan ASME yaitu 1,5Sm didapat bahwa $Pl+Pb < 1,5Sm$ (196,79 MPa < 207 MPa) sehingga rancangan sudah memenuhi standar keamanan. Tetapi pada stress tertinggi ditemukan pada *surface vessel* dan *support lug* akibat adanya sudut lancip pada geometri *support lug*, sehingga diperlukan perubahan pada geometri untuk dapat menghilangkan sudut lancip tersebut, sehingga bisa didapatkan hasil yang jauh lebih baik.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut dengan perhitungan desain dan parameter yang lebih baik diperlukan untuk mendapatkan hasil analisis yang diinginkan. Dan perlunya kajian lebih lanjut untuk menentukan standar pada pembuatan geometri *support lug* agar pembuatan dari struktur reaktor pressure vessel menjadi lebih baik lagi.



DAFTAR PUSTAKA

- IRID, "Mengenal Net-Zero Emission," pp. 1–12, 2022, [Online]. Available: <https://irid.or.id/publication/mengenal-net-zero-emission/>
- [2] E. B. T. P. P. (PERSERO) O. BRIN, U. PERTAMINA, and DOWNSTREAM, "Potensi pemanfaatan Uap Dan Listrik Reaktor Daya Eksperimental Kogenerasi Htgr 40 Mwatt Thermal Untuk Percepatan Produksi Hidrogen Di Pertamina," *Lap. Akhir*, vol. 1, 2022.
- [3] Tole. R. Careva, i. Rahman, and h. M. Turnip, "desain reactor pressure vessel untuk reaktor jenis high temperature gas cooled reactor," 2022.
- [4] Kiswanta, E. Sumarno, K. Santosa, K. Indrakoesoema, and K. Handono, "Electrical Design for Helium Purification and Supply System of RDE," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 198, no. 5, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1198/5/052001.
- [5] Muhammad, A. C. Amelia, I. Rahman, H. M. Turnip, and V. R. Careva, "Analysis of 40 MWt HTGR Pressure Vessel Design using Finite Element Analysis (FEA) Method," *Res. Cent. Nucl. React. Technol. Natl. Res. Innov. Agency*, 2022.
- [6] A. Aswin and F. Anggara, "Perancangan Dan Analisis Tegangan Pressure Vessel Horizontal Separator Dengan Metode Elemen Hingga," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 7, no. 2, pp. 83–97, 2022, doi: 10.20527/sjmekinematika.v7i2.219.
- [7] International Atomic Energy Agency (IAEA), "Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Pressure Vessels," *Assess. Manag. Ageing Major Nucl. Power Plant Components Important to Saf. PWR Press. Vessel.*, no. June, p. 35, 2007.
- [8] D. Dewi and S. Sriyana, "Spesifikasi, Kode dan Standar Baja Nasional dan Potensinya untuk Mendukung Program PLTN Tipe LWR di Indonesia," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 20, no. 2, p. 111, 2019, doi: 10.17146/jpen.2018.20.2.4516.
- [9] C. V. Moore, "ASME boiler and pressure vessel code short courses (SECTION III) sec 3," *J. Press. Vessel Technol. Trans. ASME*, vol. 97, no. 2, p. 123, 1975, doi: 10.1115/1.3454262.
- [10] D. Satrijo and Habsya Afif Syarief, "Perancangan Dan Analisa Tegangan Pada Bejana Tekan Horizontal Dengan Metode Elemen Hingga," *ROTASI J. Tek. Mesin*, vol. 14, pp. 32–40, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi>
- [11] Riany Chandra Setiadi, "Analisa Tegangan Pada Pressure Vessel Horizontal Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," p. 55, 2005, [Online]. Available: <https://dewey.petra.ac.id/catalog/digital/detail?id=6448>
- [12] A. Y. E. Risano, "Analisis Efek Beban Thermal Pada Perancangan Pressure Vessel Untuk Pengolahan Limbah Kelapa Sawit Dengan Kapasitas 10 . 000 Ton / Bulan vessel , beban thermal , finite element method Pengumpulan data-data pendukung analisis berupa data

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



teknis , properties,” no. Snttm Xii, pp. 23–24, 2013.

ASME, “SECTION II Materials - ASME Boiler and Pressure Vessel Code,” pp. 1–1262, 2019, [Online]. Available: <https://www.asme.org/shop/certification-accreditation>.

J. Roylance, “Finite element analysis,” *Dep. Mater. Sci. Eng. Massachusetts Inst. Technol. Cambridge, MA 02139*, 2001, doi: 10.1007/978-3-319-20777-3_4.

SOFYAN, “Analisis Pengaruh Mesh Pada Distribusi Tegangan Tarik Dan Bending Plat Baja Karbon Rendah Dengan Software Solidworks,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, 2021.

H. U. Ningsih, “Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM],” *Vol. 59, no. 7–8*, pp. 62–72, 2015, doi: 10.1007/s12614-015-5448-7.

H. Purba, “Master Logic Diagram: An Approach to Identify Initiating Events of TGRs,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 962, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-596/962/1/012036.

Muslimin Al Masta. (2023). Numerical Simulation Analysis Of Structural Strength Of Portable Skid For Storage Tank With 50.000 Liters Capacity. *Polimesin*, 21(2), 199–203. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesin/article/viewFile/3501/3054>

S. Sudadiyo, “Cylindrical Shell Analysis of Reactor Pressure Vessel for Rde,” *GANENDRA Maj. IPTEK Nukl.*, vol. 24, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.17146/gnd.2021.24.1.5191.

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

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

A. Lampiran 1 (Menentukan Ketebalan Shells)

1.1 Perhitungan Ketebalan Dinding Silinder (*Cylindrical Shells*) menurut ASME Code, Section III, part D, sub part 1 divisi 1 (NB-3324)

- *Dinding Silinder*

$$t = \frac{PR}{Sm - 0.5P}$$

$$t = \frac{3,6 \text{ MPa} \times 2100 \text{ mm}}{123 - (0,5 \times 3,6 \text{ MPa})}$$

$$t = 62,3 \text{ mm}$$

1.2 Perhitungan Ketebalan closure head atas dan bawah (*sperical Shells*) menurut standar ASME CODE, Sec. III, (NB-3324.1)

- *Sperical shells/closure head atas*

$$t = \frac{PR}{2Sm - P}$$

$$t = \frac{3,6 \text{ Mpa} \times 2100 \text{ mm}}{(2 \times 123) - 3,6}$$

$$t = 31,18 \text{ mm}$$

- *sperical shells/closure head bawah*

$$t = \frac{PR}{2Sm - P}$$

$$t = \frac{3,6 \text{ Mpa} \times 2100 \text{ mm}}{(2 \times 123) - 3,6}$$

$$t = 31,18 \text{ mm}$$

1.3 Menghitung Tegangan Pada Silinder

Tegangan tangensial dengan persamaan (2.1)

$$\sigma_{tangensial} = \frac{P \times r}{t}$$

Tegangan longitudinal dengan persamaan (2.2)

$$\sigma_{longitudinal} = \frac{P \times r}{2 \times t}$$

Tegangan tangensial didefinisikan sebagai tegangan 1 yang bekerja pada tegangan silinder dan tegangan longitudinal didefinisikan sebagai tegangan 2 pada tegangan



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

siliner sehingga, $\sigma_{tangensial} = \sigma_1$ dan $\sigma_{longitudinal} = \sigma_2$ selain itu ada tekanan sistem yang didefinisikan sebagai σ_3

- Tegangan pada dinding silinder (*Cylindrical Shells*)

Tegangan silinder

$$\sigma_{tangensial} = \frac{P \times r}{t}$$

$$\sigma_{tangensial} = \frac{(3,6 \text{ MPa}) \times 2100 \text{ mm}}{65 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{tangensial} = 116,3076 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{longitudinal} = \frac{P \times r}{2 \times t}$$

$$\sigma_{longitudinal} = \frac{(3,6 \text{ MPa}) \times 2100 \text{ mm}}{2 \times 65 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{longitudinal} = 58,1538 \text{ MPa}$$

Stress pada silinder dapat dihitung menggunakan kriteria vonmises pada persamaan (2.3) sehingga:

$$\sigma_e = \frac{\sqrt{2}}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_e = \frac{\sqrt{2}}{2} [(116,3 - 58,2)^2 + (58,2 - 3,6)^2 + (3,6 - 116,3)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_e = 97,6167 \text{ MPa}$$

Tegangan head (*spherical Shells*)

Untuk bagian head tegangan $\sigma_1 = \sigma_2$ sehingga:

$$\sigma_2 = \frac{P \times r}{2 \times t} = \frac{3,6 \text{ MPa} \times 2100 \text{ mm}}{2 \times 35 \text{ mm}} = 108 \text{ MPa}$$

Sehingga:

$$\sigma_e = \frac{\sqrt{2}}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{\frac{1}{2}}$$



Hak Cipta :

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

$$\sigma_e = \frac{\sqrt{2}}{2} [(108 - 108)^2 + (108 - 3,6)^2 + (3,6 - 108)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_e = 104,4 \text{ MPa}$$

1.4 Standar keamanan ASME Sec III.

formula yang akan gunakan yaitu:

$$P_l + P_b < 1,5 S_m$$

$$(196,79 \text{ MPa} < 1,5 \times 138 \text{ Sm})$$

$$(196,79 \text{ MPa} < 207 \text{ MPa})$$

Keterangan :

S_m = Allowed Stress (suhu 250°C)

P_l = membrane Stress

P_b = bending Stress

B. Lampiran 2 (Tabel Mechanical Data Sheet)

Tabel 1 Linearized Stress (percobaan pertama)

No	Length [mm]	Membrane [MPa]	Bending [MPa]	Membrane + Bending [MPa]
1	0.	177.02	58.629	193.49
2	3.2019	177.02	56.186	192.48
3	6.4037	177.02	53.743	191.49
4	9.6056	177.02	51.301	190.53
5	12.807	177.02	48.858	189.59
6	16.009	177.02	46.415	188.68
7	19.211	177.02	43.972	187.8
8	22.413	177.02	41.529	186.95
9	25.615	177.02	39.086	186.12
10	28.817	177.02	36.643	185.32
11	32.019	177.02	34.2	184.56
12	35.221	177.02	31.757	183.82
13	38.422	177.02	29.315	183.11



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

14	41.624	177.02	26.872	182.43
15	44.826	177.02	24.429	181.78
16	48.028	177.02	21.986	181.16
17	51.23	177.02	19.543	180.57
18	54.432	177.02	17.1	180.01
19	57.634	177.02	14.657	179.49
20	60.836	177.02	12.214	179

Tabel 2 *Linearized Stress* (percobaan kedua)

No	Length [mm]	Membrane [MPa]	Bending [MPa]	Membrane + Bending [MPa]
1	0.	179.39	58.928	196.79
2	4.7865	179.39	56.473	195.74
3	9.5731	179.39	54.017	194.72
4	14.36	179.39	51.562	193.72
5	19.146	179.39	49.107	192.75
6	23.933	179.39	46.651	191.81
7	28.719	179.39	44.196	190.89
8	33.506	179.39	41.741	190.
9	38.292	179.39	39.285	189.14
10	43.079	179.39	36.83	188.3
11	47.865	179.39	34.375	187.5
12	52.652	179.39	31.919	186.72
13	57.438	179.39	29.464	185.97
14	62.225	179.39	27.009	185.25
15	67.011	179.39	24.553	184.57
16	71.798	179.39	22.098	183.91
17	76.584	179.39	19.643	183.28

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



18	81.371	179.39	17.187	182.68
19	86.158	179.39	14.732	182.12
20	90.944	179.39	12.277	181.58

Tabel 3 *Linearized Stress* (percobaan ketiga)

No	Length [mm]	Membrane [MPa]	Bending [MPa]	Membrane + Bending [MPa]
1	0.	176.74	51.344	193.42
2	3.2142	176.74	49.205	192.48
3	6.4284	176.74	47.066	191.56
4	9.6426	176.74	44.926	190.66
5	12.857	176.74	42.787	189.78
6	16.071	176.74	40.648	188.92
7	19.285	176.74	38.508	188.08
8	22.499	176.74	36.369	187.26
9	25.714	176.74	34.23	186.46
10	28.928	176.74	32.09	185.68
11	32.142	176.74	29.951	184.93
12	35.356	176.74	27.812	184.19
13	38.57	176.74	25.672	183.48
14	41.785	176.74	23.533	182.79
15	44.999	176.74	21.394	182.12
16	48.213	176.74	19.254	181.48
17	51.427	176.74	17.115	180.86
18	54.641	176.74	14.975	180.26
19	57.855	176.74	12.836	179.68
20	61.07	176.74	10.697	179.13

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



Tabel 4 Data Nilai Force (PeLUIt-40)

PART	JUMLAH	MASSA JENIS	VOLUME (M ³)	MASSA (p x V)	BEBAN (MXG)
jalur hot gas duct chamber	1	1760	0.306	538.56	5283.2736
no control rod (control rod)	20	1760	1.8	3168	31078.08
no experimental (experimental channel)	4	1760	0.36	633.6	6215.616
klak	14	1760	3.486	6135.36	60187.8816
experimental chamber	6	1760	1.5	2640	25898.4
reflector with hot coolant flow boring	10	1760	0.8	1408	13812.48
reflector structure	10	1760	7.99	14062.4	137952.144
reflector structure special tengah	1	1760	0.02	35.2	345.312
reflector structure special upper block	1	1760	0.02	35.2	345.312
reflector structure block spesial	1	1760	0.035	61.6	604.296
reflector structure special block	1	1760	0.047	82.72	811.4832
reflector structure 13 spesial block	1	1760	0.035	61.6	604.296
reflector structure special block kiri dan kanan	2	1760	0.068	119.68	1174.0608
reflector structure (default)	7	1760	0.231	406.56	3988.3536
bottom reflector structure special block kiri dan kanan-11	2	1760	0.09	158.4	1553.904
bottom reflector structure special block kiri dan kanan-13	2	1760	0.068	119.68	1174.0608
bottom reflector structure (default) bawah	7	1760	0.308	542.08	5317.8048
11-13-16 bottom reflector structure (13)	7	1760	0.231	406.56	3988.3536
14-bottom reflector structure (13 dan 14)	14	1760	0.182	320.32	3142.3392
bottom reflector structure special upper block kanan dan kiri	2	1760	0.032	56.32	552.4992
bottom reflector structure special kanan dan kiri	2	1760	0.032	56.32	552.4992
the most bottom	1	1760	3.317	5837.92	57269.9952
TOTAL					361852.4448

Hak Cipta ini dilindungi undang-undang. Penyalinan sebagian atau seluruhnya tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta adalah tindakan yang melanggar hukum dan akan dikenakan sanksi pidana.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pertuisan karya ilmiah, pertuisan laporan, pertuisan kritikan 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

C. Lampiran 3 (Nilai Intensitas Tegangan ASME Sec II Part D)

Table 2A (Cont'd)
Section III, Division 1, Classes 1 and MC; Section III, Division 3, Classes TC and SC;
and Section VIII, Division 2, Class 1
Design Stress Intensity Values, S_m , for Ferrous Materials

Line No.	Nominal Composition	Product Form	Spec. No.	Type/Grade	Alloy Desig./UNS No.	Class/Condition/Temp	Size/Thickness, mm	P-No.	Group No.
1	Carbon steel	Wld. tube	SA-333	6	K03006	...	...	1	1
2	Carbon steel	Sms. pipe	SA-333	6	K03006	...	...	1	1
3	Carbon steel	Sms. & wld. tube	SA-334	6	K03006	...	...	1	1
4	Carbon steel	Forgings	SA-372	A	K03002	...	...	1	1
5	Carbon steel	Fittings	SA-420	WPL6	...	...	...	1	1
6	Carbon steel	Wld. fittings	SA-420	WPL6	...	WP-W	...	1	1
7	Carbon steel	Sms. pipe	SA-524	I	K02104	...	...	1	1
8	Carbon steel	Bar	SA-696	B	K03200	...	...	1	1
9	Carbon steel	Forgings	SA-727	...	K02506	...	...	1	1
10	Carbon steel	Wld. tube	SA-178	C	K03503	...	...	1	1
11	Carbon steel	Wld. tube	SA-178	C	K03503	...	...	1	1
12	Carbon steel	Sms. tube	SA-210	A-1	K02707	...	...	1	1
13	Carbon steel	Bar, shapes	SA-675	65	...	...	...	1	1
14	Carbon steel	Castings	SA-352	LCB	J03003	...	...	1	1
15	Carbon steel	Plate	SA-515	65	K02800	...	...	1	1
16	Carbon steel	Plate	SA-516	65	K02403	...	...	1	1
17	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CB65	K02800	...	...	1	1
18	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CC65	K02403	...	...	1	1
19	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	B65	K02800	...	...	1	1
20	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	C65	K02403	...	...	1	1
21	Carbon steel	Plate	SA-662	B	K02203	...	...	1	1
22	Carbon steel	Plate	SA-537	...	K12437	1	65 < t ≤ 100	1	2
23	Carbon steel	Wld. pipe	SA-691	CMSH-70	K12437	...	65 < t ≤ 100	1	2
24	Carbon steel	Bar, shapes	SA-675	70	...	...	...	1	1
25	Carbon steel	Forgings	SA-105	...	K03504	...	...	1	2
26	Carbon steel	Forgings	SA-181	...	K03502	70	...	1	2
27	Carbon steel	Castings	SA-216	WCB	J03002	...	...	1	2
28	Carbon steel	Forgings	SA-266	2	K03506	...	...	1	2
29	Carbon steel	Forgings	SA-266	4	K03017	...	...	1	2
30	Carbon steel	Forgings	SA-350	LF2	K03011	...	...	1	2
31	Carbon steel	Forgings	SA-508	1	K13502	...	...	1	2
32	Carbon steel	Forgings	SA-508	1A	K13502	...	...	1	2
33	Carbon steel	Forgings	SA-541	1	K03506	...	...	1	2
34	Carbon steel	Forgings	SA-541	1A	K03020	...	...	1	2
35	Carbon steel	Cast pipe	SA-660	WCB	J03003	...	...	1	2
36	Carbon steel	Forgings	SA-765	II	K03047	...	...	1	2
37	Carbon steel	Plate	SA-515	70	K03101	...	...	1	2
38	Carbon steel	Plate	SA-516	70	K02700	...	...	1	2
39	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CB70	K03101	...	...	1	2
40	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CC70	K02700	...	...	1	2
41	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	B70	K03101	...	...	1	2
42	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	C70	K02700	...	...	1	2
43	Carbon steel	Sms. pipe	SA-106	C	K03501	...	...	1	2
44	Carbon steel	Sms. tube	SA-210	C	K03501	...	...	1	2
45	Carbon steel	Castings	SA-216	WCC	K02503	...	...	1	2
46	Carbon steel	Fittings	SA-234	WPC	K03501	...	...	1	2
47	Carbon steel	Wld. fittings	SA-234	WPC	K03501	W	...	1	2

Gambar 1 Intensitas Tegangan Rancangan

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



Table 2A (Cont'd)
Section III, Division 1, Classes 1 and MC; Section III, Division 3, Classes TC and SC;
and Section VIII, Division 2, Class 1
Design Stress Intensity Values, S_m , for Ferrous Materials

Line No.	Min. Tensile Strength, MPa	Min. Yield Strength, MPa	Applicability and Max. Temperature Limits (NP = Not Permitted) (SPT = Supports Only)		External Pressure Chart No.	Notes
			III	VIII-2		
1	415	240	371	NP	CS-2	E2
2	415	240	371	371	CS-2	E2
3	415	240	371	NP	CS-2	E2
4	415	240	NP	343	CS-2	G19, H5
5	415	240	371	371	CS-2	E2
6	415	240	371	NP	CS-2	E2
7	415	240	NP	371	CS-2	E2
8	415	240	371	NP	CS-2	E2
9	415	250	371 (SPT)	371	CS-2	E2
10	415	255	371	NP	CS-2	E2
11	415	255	NP	371	CS-2	E2, G18
12	415	255	371	371	CS-2	E2
13	450	225	NP	371	CS-2	...
14	450	240	371	371	CS-2	...
15	450	240	371	371	CS-2	...
16	450	240	371	371	CS-2	...
17	450	240	371	NP	CS-2	G1, G4
18	450	240	371	NP	CS-2	G1, G4
19	450	240	371	NP	CS-2	G1, G4
20	450	240	371	NP	CS-2	G1, G4
21	450	275	NP	371	CS-2	E2
22	450	310	371	371	CS-2	E2
23	450	310	371	NP	CS-2	E2, G1, G2
24	485	240	NP	371	CS-2	...
25	485	250	371	371	CS-2	...
26	485	250	371	371	CS-2	...
27	485	250	371	371	CS-2	...
28	485	250	371	371	CS-2	...
29	485	250	NP	371	CS-2	...
30	485	250	371	371	CS-2	...
31	485	250	371	371	CS-2	...
32	485	250	371	371	CS-2	...
33	485	250	371	371	CS-2	...
34	485	250	371	371	CS-2	...
35	485	250	371	NP	CS-2	...
36	485	250	NP	371	CS-2	...
37	485	260	371	371	CS-2	...
38	485	260	371	371	CS-2	...
39	485	260	371	NP	CS-2	G1, G3
40	485	260	371	NP	CS-2	G1, G4
41	485	260	371	NP	CS-2	G1, G3
42	485	260	371	NP	CS-2	G1, G4
43	485	275	371	371	CS-2	E2
44	485	275	NP	371	CS-2	E2
45	485	275	371	371	CS-2	E2
46	485	275	371	371	CS-2	E2
47	485	275	371	NP	CS-2	E2

Gambar 1 Intensitas Tegangan Rancangan

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

Table 2A (Cont'd)
Section III, Division 1, Classes 1 and MC; Section III, Division 3, Classes TC and SC;
and Section VIII, Division 2, Class 1
Design Stress Intensity Values, S_m , for Ferrous Materials

Line No.	Design Stress Intensity, MPa (Multiply by 1000 to Obtain kPa), for Metal Temperature, °C, Not Exceeding															
	40	65	100	125	150	200	250	300	325	350	375	400	425	450	475	500
1	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
2	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
3	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
4	138	138	138	138	138	137	132	126	122	119	...	...	...	...	...	...
5	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
6	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
7	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
8	138	138	138	138	138	137	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
9	138	138	138	138	138	138	136	129	125	122	119	...	...	...	...	...
10	138	138	138	138	138	138	138	133	129	125	122	...	...	...	...	...
11	117	117	117	117	117	117	117	113	109	106	104	...	...	...	...	...
12	138	138	138	138	138	138	138	133	129	125	122	...	...	...	...	...
13	150	141	136	134	132	128	123	117	113	110	106	...	...	...	...	...
14	150	150	147	144	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
15	150	150	147	144	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
16	150	150	147	144	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
17	150	149	147	145	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
18	150	149	147	145	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
19	150	149	147	145	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
20	150	149	147	145	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
21	150	150	150	150	150	150	150	144	139	136	132	...	...	...	...	...
22	150	150	150	150	150	150	150	150	148	140	134	...	...	...	...	...
23	150	150	150	150	150	150	150	150	148	140	134	...	...	...	...	...
24	161	151	147	144	142	138	132	126	122	118	115	...	...	...	...	...
25	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
26	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
27	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
28	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
29	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
30	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
31	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
32	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
33	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
34	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
35	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
36	161	156	151	148	146	142	136	129	125	122	118	...	...	...	...	...
37	161	161	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
38	161	161	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
39	161	160	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
40	161	160	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
41	161	160	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
42	161	160	160	157	154	149	143	136	132	129	124	...	...	...	...	...
43	161	161	161	161	161	158	151	143	139	136	132	...	...	...	...	...
44	161	161	161	161	161	158	151	143	139	136	132	...	...	...	...	...
45	161	161	161	161	161	158	151	143	139	136	132	...	...	...	...	...
46	161	161	161	161	161	158	151	143	139	136	132	...	...	...	...	...
47	161	161	161	161	161	158	151	143	139	136	132	...	...	...	...	...

- Tak luputa :**
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

Gambar 3 Intensitas Tegangan Rancangan



D. Lampiran 4 (*safety factor*)

SHEET SAFETY FACTOR

-> **Faktor Keamanan/ Safety Factor (sf)** berdasarkan tegangan luluh adalah

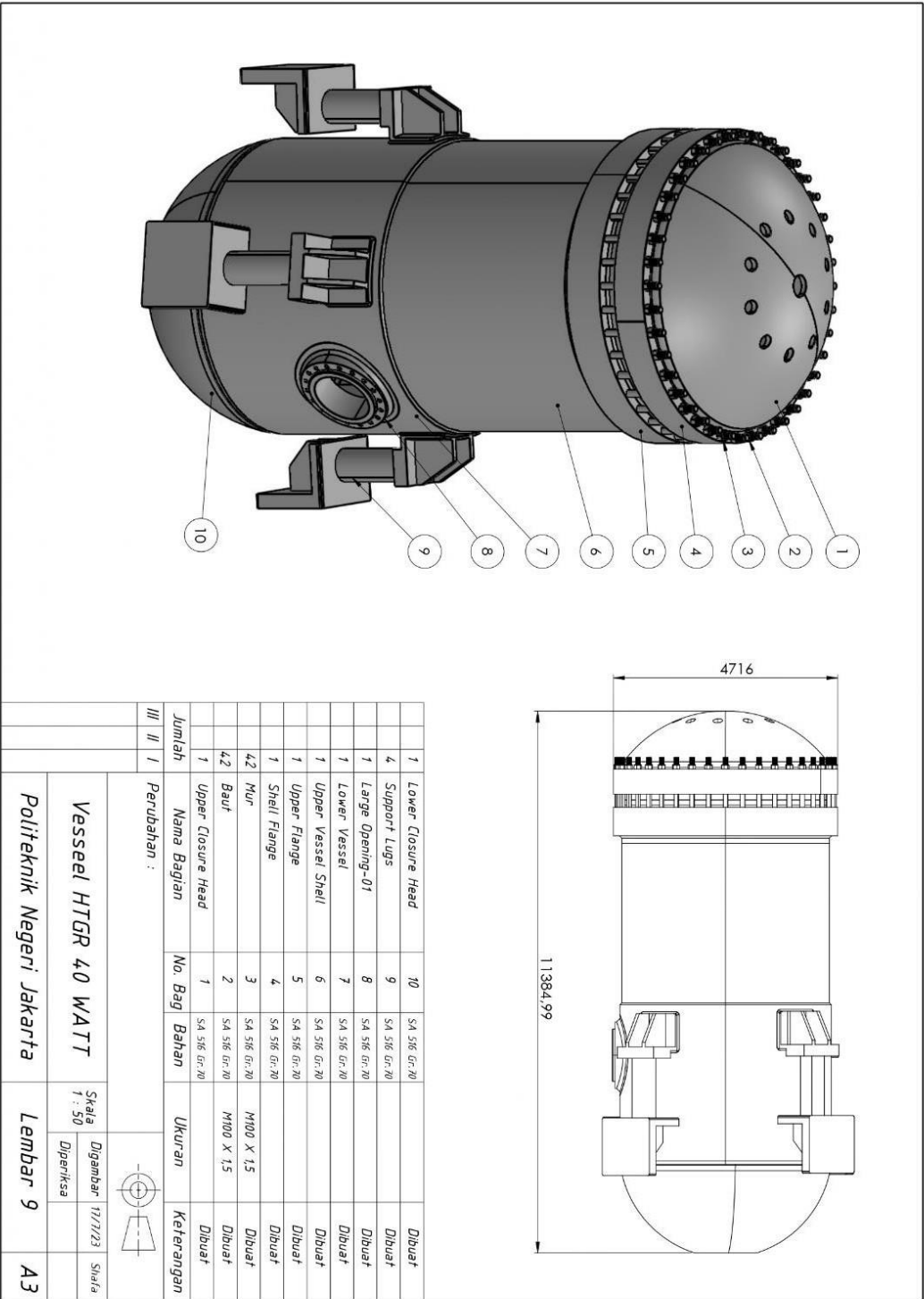
- $sf = 1,25 - 1,5$: kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti
- $sf = 1,5 - 2,0$: bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
- $sf = 2,0 - 2,5$: bahan yang beroperasi secara rata-rata dengan batasan beban yang diketahui.
- $sf = 2,5 - 3,0$: bahan yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi beban dan tegangan rata-rata.
- $sf = 3,0 - 4,5$: bahan yang sudah diketahui. Kondisi beban, tegangan dan lingkungan yang tidak pasti.
- Beban berulang : Nomor 1 s/d 5
- Beban kejut : Nomor 3 – 5
- Bahan Getas : Nomor 2 – 5 dikalikan dengan 2

Dobrovolsky ("Machine element")

-> **Faktor Keamanan/ Safety Factor** berdasarkan jenis beban adalah :

- Beban Statis : 1,25 – 2
- Beban Dinamis : 2 – 3
- Beban Kejut : 3 – 5

E. Drawing 2D Menggunakan Software Solidworks



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

Politeknik Negeri Jakarta

Lembar 9

A3

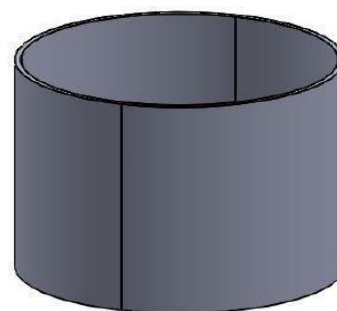
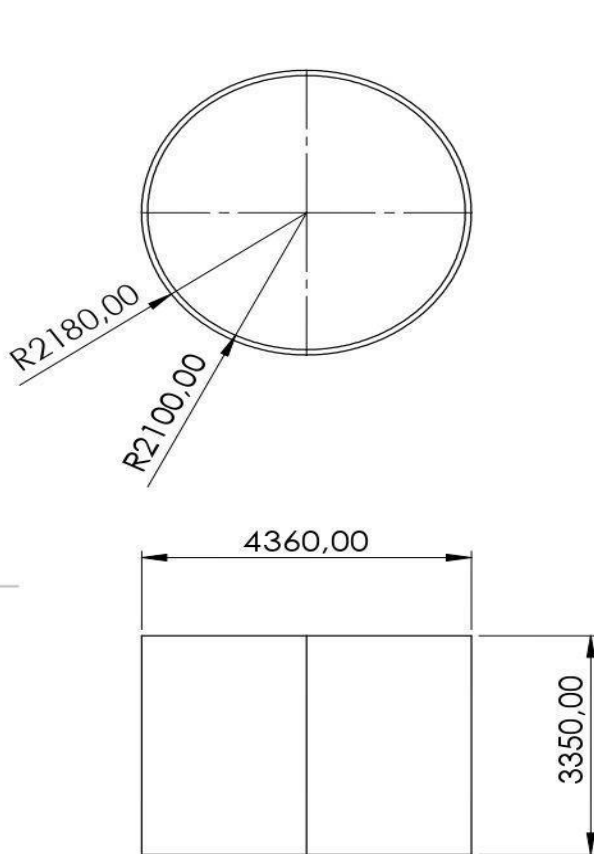
Vessel HTGR 40 WATT

Digambar 17/7/23 Skala
1 : 50
Diperiksa

Shida

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

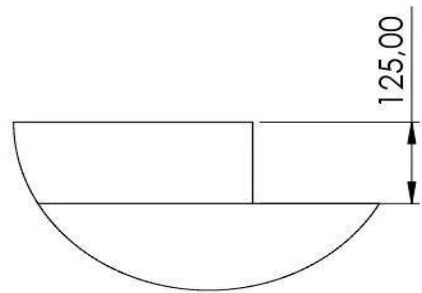
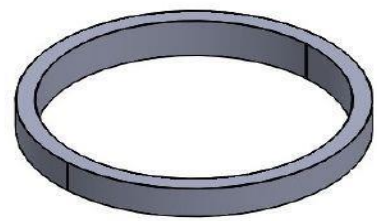
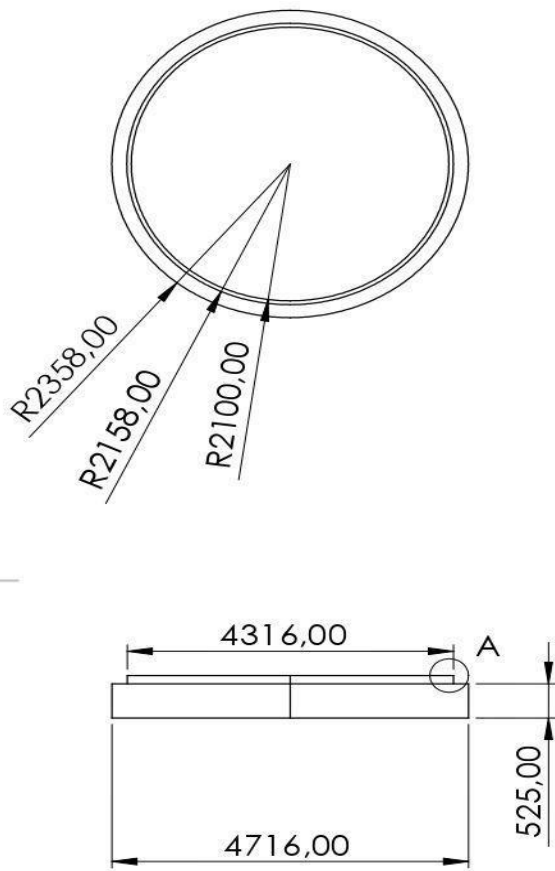
Note : Toleransi design medium



1	Upper Vessel Shell	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Upper Vessel Shell			Skala	Digambar	15/07/23	Shafa
Part of Vessel HTGR 40 WATT			1 : 100	Diperiksa		
Politeknik Negeri Jakarta			No.1			

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium

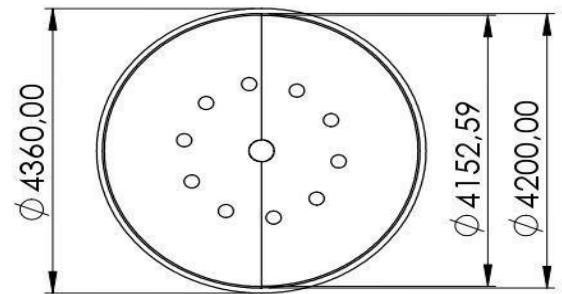
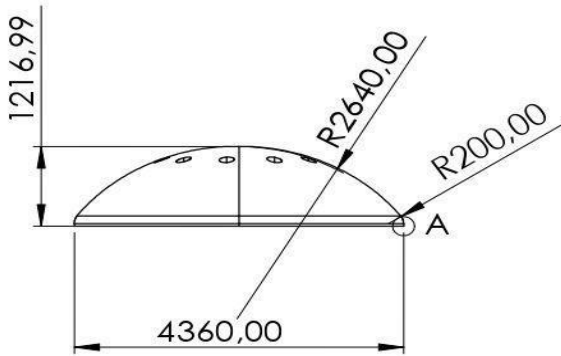
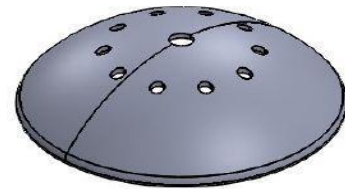
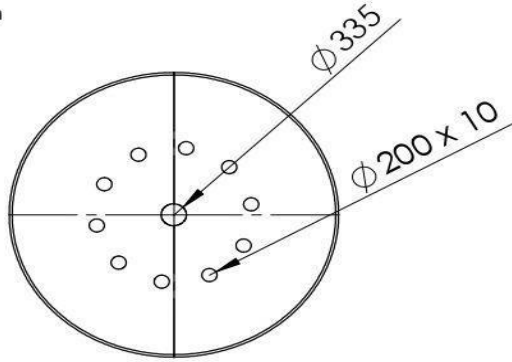


DETAIL A
SCALE 1 : 10

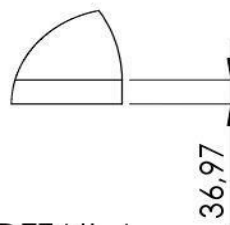
1	Upper Flange	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Upper Flange			Skala	Digambar	15/07/23	Shafa
Part of Vessel HTGR 40 WATT			1 : 100	Diperiksa		
Politeknik Negeri Jakarta			No.2			

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium



BOTTOM VIEW

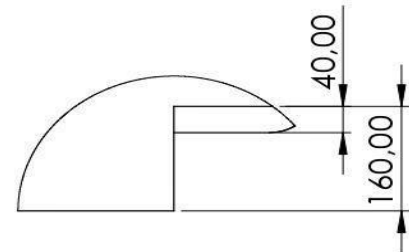
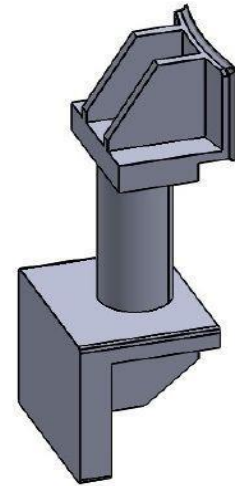
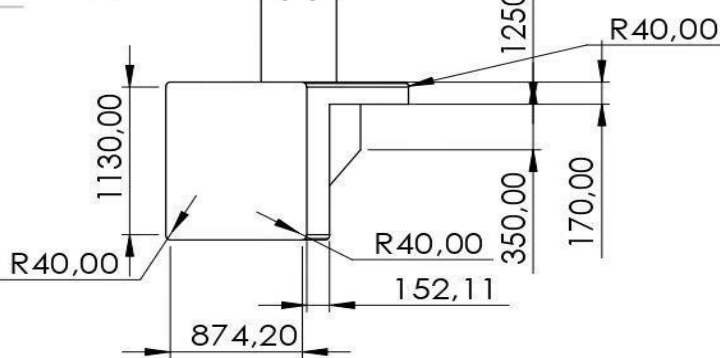
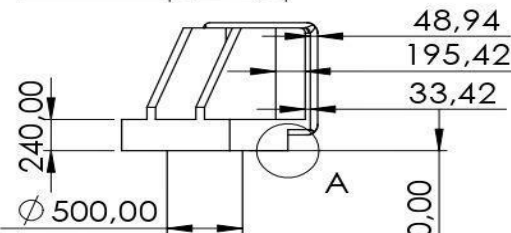
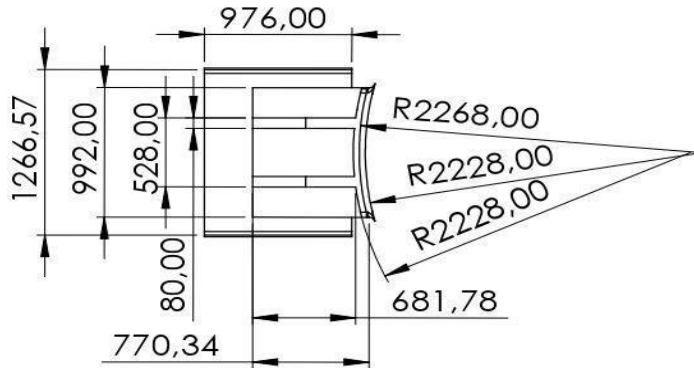


DETAIL A
SCALE 1 : 10

1	Upper Closure Head	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Upper Closure Head Part of Vessel HTGR 40 WATT			Skala 1 : 100	Digambar 15/07/23	Shafa	
Politeknik Negeri Jakarta			No.3			

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium

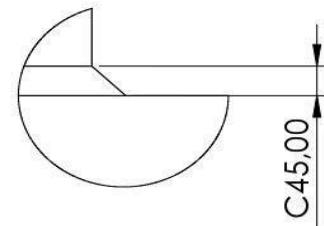
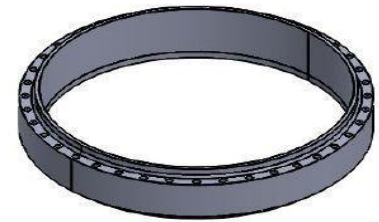
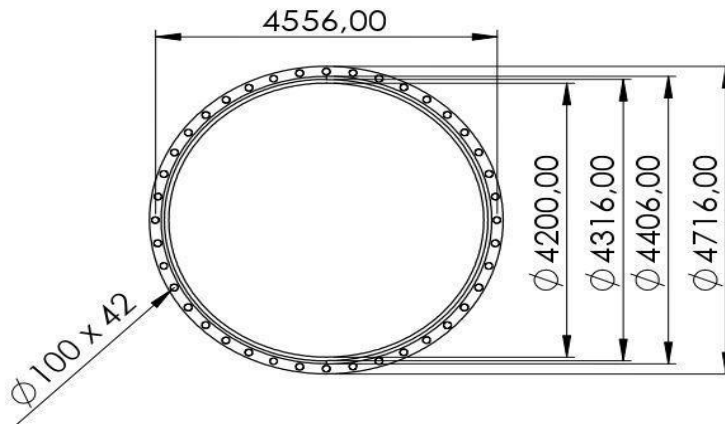


DETAIL A
SCALE 1 : 10

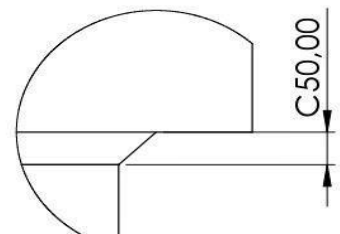
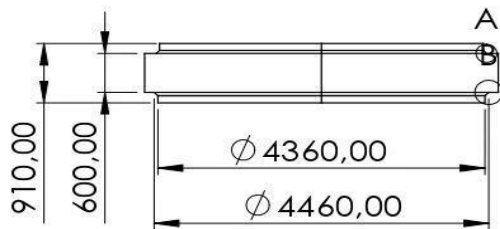
1	Support Lug	1	SA 516 Gr.70	-	
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:		
			A4		
Support Lug Part of Vessel HTGR 40 WATT			Skala 1 : 50	Digambar 15/07/23	Shafa
Politeknik Negeri Jakarta			No.4		

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium



DETAIL A
SCALE 1 : 10

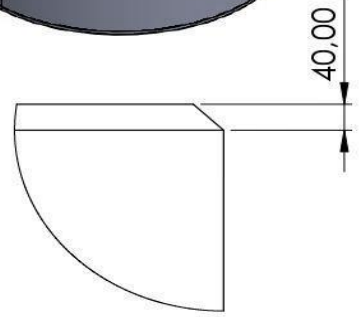
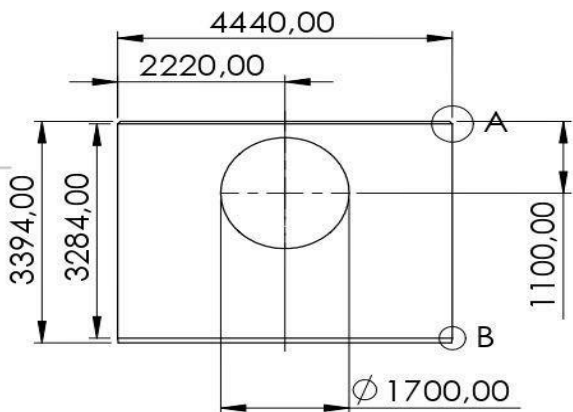
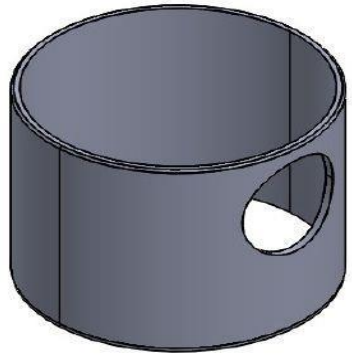
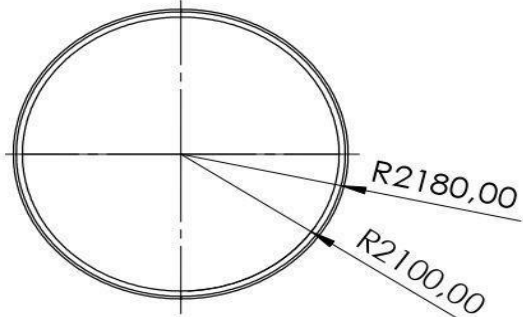


DETAIL B
SCALE 1 : 10

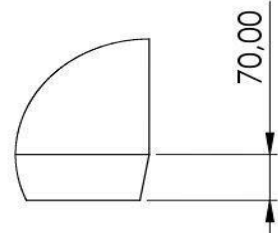
1	Shell Flange	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Shell Flange Part of Vessel HTGR 40 WATT			Skala 1 : 100	Digambar 15/07/23	Shafa	
Politeknik Negeri Jakarta			No.5			

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium



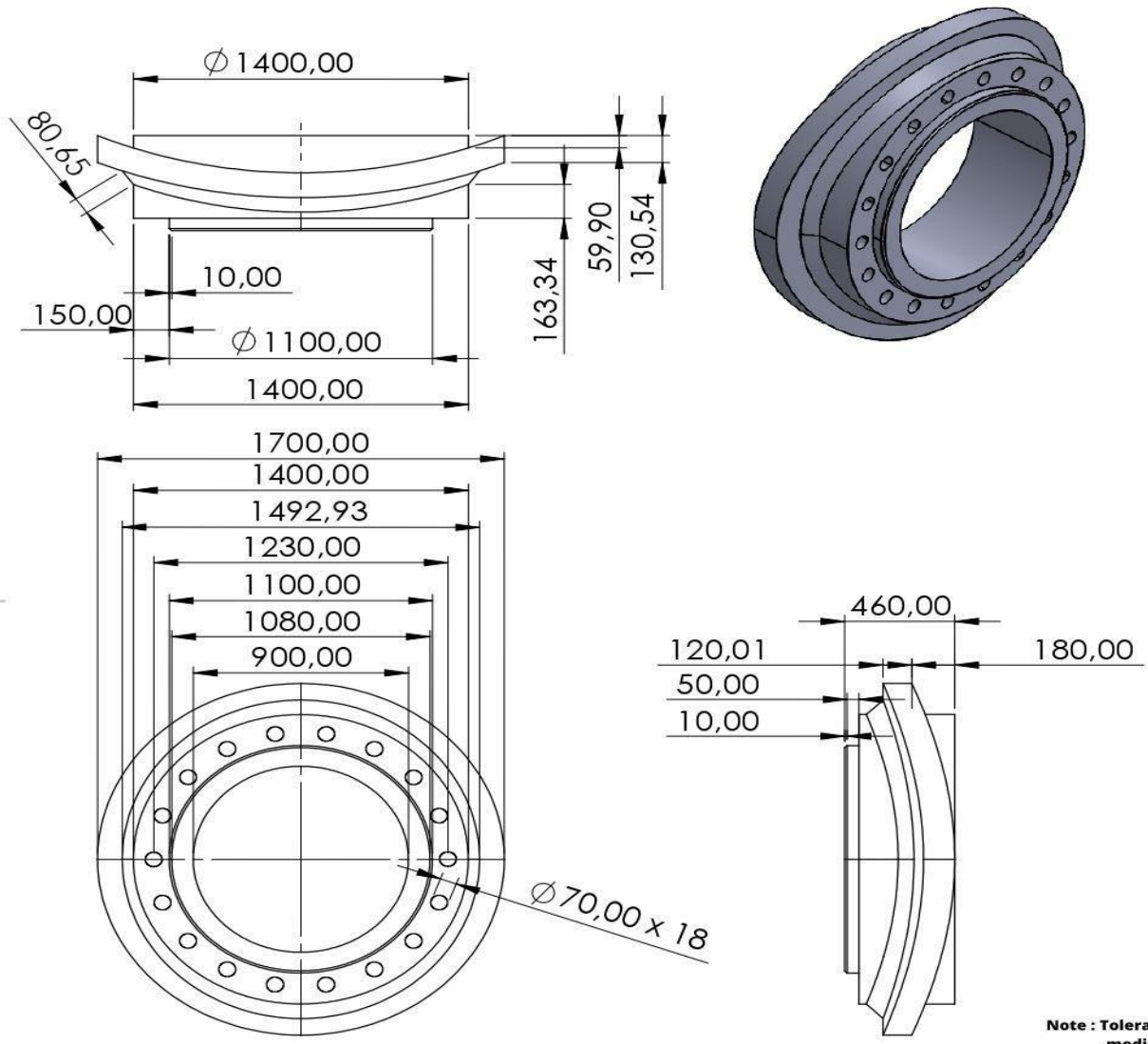
DETAIL A
SCALE 1 : 10



DETAIL B
SCALE 1 : 10

1	Lower Vessel	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Lower Vessel			Skala	Digambar	15/07/23	Shafa
Part of Vessel HTGR 40 WATT			1 : 100	Diperiksa		
Politeknik Negeri Jakarta			No.6			

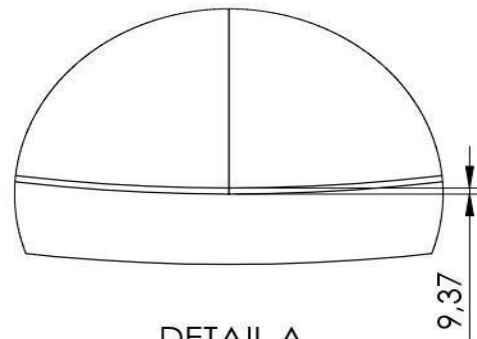
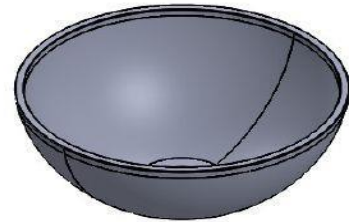
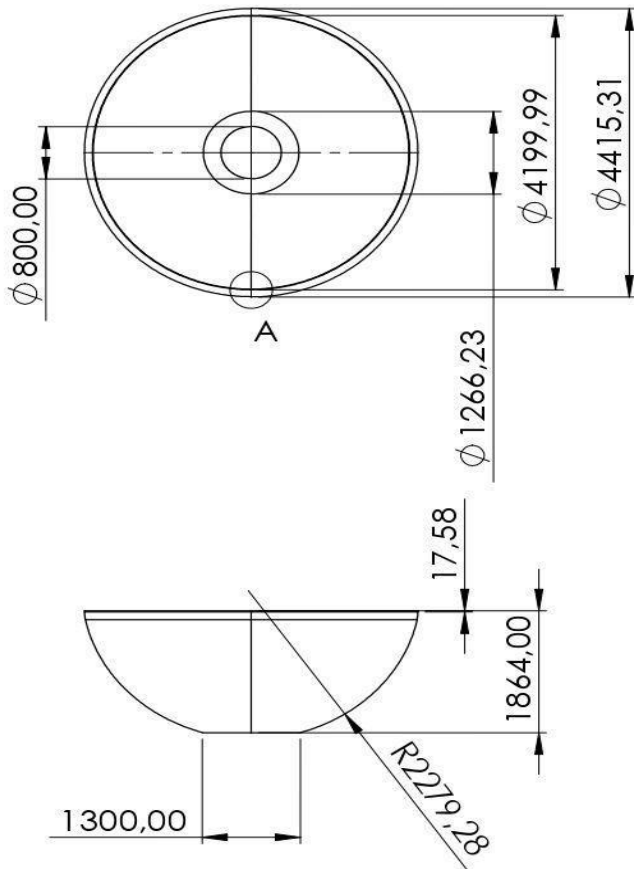
Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8



1	Large Opening-01	1	SA 516 Gr.70	-		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:		A4	
Large Opening-01			Skala	Digambar	15/07/23	Shafa
Part of Vessel HTGR 40 WATT			1 : 30	Diperiksa		
Politeknik Negeri Jakarta			No.8			

Tingkat dan Harga Kekasaran						Toleransi		Permissible Deviations For Basic Line Range							
N12	50	N8	3,2	N4	0,2	Designation	Description	0,5 up to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000
N11	25	N7	1,6	N3	0,1	f	fine	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
N10	12,5	N6	0,8	N2	0,05	m	medium	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±1,2	±1,2	±2
N9	6,3	N5	0,4	N1	0,025	c	coarse	±0,2	±0,3	±0,05	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
						v	very coarse	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±5	±8

Note : Toleransi design medium



DETAIL A
SCALE 1 : 10

1	Lower Closure Head	1	SA 516 Gr.70	-	
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:		
			A4		
	Lower Closure Head Part of Vessel HTGR 40 WATT		Skala 1 : 100	Digambar 15/07/23	Shafa
	Politeknik Negeri Jakarta		No.7		