



© 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



**METODE *HYDROTEST* PADA MATERIAL SA-516 GRADE 70  
BERDASAR *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK  
TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG BERBEDA  
(Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)**

**SKRIPSI**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTIA**

Penulis:

**Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang  
NIM. 2002411046**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFaktur**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**



© 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



**METODE *HYDROTEST* PADA MATERIAL SA-516 GRADE 70  
BERDASAR *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK  
TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG BERBEDA  
(Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)**

**SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin.

**Penulis:**

**Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang**

**NIM. 2002411046**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFaktur**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SKRIPSI**

**METODE *HYDROTEST* PADA MATERIAL SA-516 GRADE 70  
BERDASAR *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK  
TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG BERBEDA  
(Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)**

Oleh:

Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang

NIM. 2002411046

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Laporan skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



**Haofia Rahman, S.T., M.T., Ph.D**  
NIP. 198406122012121001

Pembimbing 2



**Azam Milah Muhamad, S.Tr.T., M.T.**  
NIP. 16632023080119960823

Pembimbing Perusahaan



**M. Luthfi Harahap, S.T.**

Ketua Program Studi  
Teknologi Rekayasa Manufaktur



**Muhammad Prasha Risfi Silitonga, S.T., M.T.**  
NIP. 199403192022031006

# HALAMAN PENGESAHAN

## SKRIPSI

### METODE *HYDROTEST* PADA MATERIAL SA-516 *GRADE 70* BERDASAR *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG BERBEDA (Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)

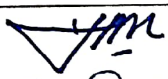
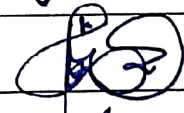
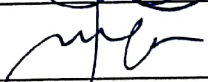
Oleh:

Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang  
NIM. 2002411046

Program Studi Sarjana Terapan  
Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 9 Agustus 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

### DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D NIP. 198406122012121001	Ketua		9 Agustus 2024
2.	Drs. Raden Grenny Sudarmawan, S.T., M.T. NIP. 196005141986031002	Penguji 1		9 Agustus 2024
3.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. NIP. 197312282008121001	Penguji 2		9 Agustus 2024



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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang

NIM : 2002411046

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

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, Agustus 2024



Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang

NIM. 2002411046



# METODE *HYDROTEST* PADA MATERIAL SA-516 *GRADE 70* BERDASAR *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK TEKANAN INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG BERBEDA (Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)

Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin,  
Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : [ariel.irsyadtrinandhityoherlambang.tn20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:ariel.irsyadtrinandhityoherlambang.tn20@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai analisis pengaruh perbedaan tekanan internal dan eksternal terhadap kekuatan material SA-516 *grade 70* pada *pressure vessel*. Standar yang digunakan pada desain bejana tekan D-401 adalah ASME *Section VIII Div. 1*. Tujuan dari penelitian ini melakukan pengujian kekuatan struktur material SA-516 *grade 70* dengan metode *hydrotest* dan menganalisis kekuatan struktur material SA-516 *grade 70* pada *pressure vessel* dengan pengaruh perbedaan tekanan internal dan eksternal menggunakan metode *finite element analysis*. Penelitian ini berfokus pada bagian *shell* dan *head* bejana tekan, serta tidak mengikutsertakan perhitungan elektroda las. Tujuan dari penelitian ini melakukan pengujian kekuatan dan analisa material SA-516 *grade 70*. Hasil dari uji fisik kekuatan struktur material SA-516 *grade 70* lulus tanpa adanya kebocoran dan *lost pressure*. Perbedaan tekanan internal dan eksternal berpengaruh 9,94% pada nilai *total deformation* dan 15,28% pada nilai *equivalent von mises stress* terhadap kekuatan struktur material SA-516 *grade 70*.

*Kata kunci: Bejana Tekan, Material ASME, Tekanan*

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



# **HYDROTEST METHOD ON SA-516 GRADE 70 MATERIAL BASED ON FINITE ELEMENT ANALYSIS FOR VARYING INTERNAL AND EXTERNAL PRESSURES**

**(Case Study: Pressure Vessel D-401)**

**Ariel Irsyad Trinandhityo Herlambang<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin,  
Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : [ariel.irsyadtrinandhityoherlambang.tn20@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:ariel.irsyadtrinandhityoherlambang.tn20@mhs.w.pnj.ac.id)

## **ABSTRACT**

This study examines the analysis of the effects of differences in internal and external pressures on the strength of SA-516 Grade 70 material in a pressure vessel. The standard used in the design of pressure vessel D-401 is ASME Section VIII Div. 1. The purpose of this research is to test the structural strength of SA-516 Grade 70 material using the hydrotest method and to analyze the structural strength of SA-516 Grade 70 material in the pressure vessel under the influence of varying internal and external pressures using the finite element analysis method. This study focuses on the shell and head parts of the pressure vessel and does not include the calculation of weld electrodes. The goal of this research is to test and analyze the strength of SA-516 Grade 70 material. The results of the physical test show that the structural strength of SA-516 Grade 70 material passed without any leakage or pressure loss. The difference in internal and external pressures has an effect of 9.94% on the total deformation value and 15.28% on the equivalent von Mises stress value on the structural strength of SA-516 Grade 70 material.

*Keywords: Pressure Vessel, ASME Material, Pressure*

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



## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga dapat menjalankan dan menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Metode *Hydrotest* pada Material SA-516 Grade 70 berdasar *Finite Element Analysis* untuk Tekanan Internal dan Eksternal yang Berbeda (Studi Kasus: *Pressure Vessel D-401*)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (D4) pada Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dengan adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan.

Oleh karena itu, dalam menyelesaikan skripsi ini, tidak lepas dari bantuan, dukungan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng., Muslimin, S.T., M.T., IWE. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta atas keteladanan, saran, arahan, bantuan, serta ilmu yang diberikan.
2. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. sebagai Kepala Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta atas keteladanan, saran, arahan, bantuan, serta ilmu yang diberikan.
3. Bapak Haolia Rahman, S.T., M.T., Ph.D dan Bapak Azam Milah Muhamad, S.Tr.T., M.T. sebagai pembimbing skripsi penulis.
4. Bapak M. Luthfi Harahap, S.T. dan Bapak Hendry Maysadiputra, S.T. , sebagai pembimbing perusahaan dan mentor lapangan.
5. Orang tua dan keluarga, atau restu dan doa yang selalu dipanjatkan, cinta dan kasih sayang yang selalu dicurahkan, serta dukungan baik mental maupun material yang senantiasa diberikan kepada penulis.
6. Teman-teman Manufaktur 2020 dan 36 Raya yang selalu memberi semangat, dukungan, dan bantuan selama perkuliahan dan dalam proses penyusunan skripsi.

Disadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang membangun akan diterima dengan baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

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





Hak Cipta :

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

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Asumsi Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan Skripsi .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1. Bejana Tekan ( <i>Pressure Vessel</i> ).....	6
2.1.2. Klasifikasi Bejana Tekan .....	15
2.1.3. Material Bejana Tekan .....	16
2.1.4. <i>Hydrotest</i> .....	17
2.1.5. <i>Computer Aided Design (CAD)</i> .....	21
2.1.6. <i>Finite Element Analysis (FEA)</i> .....	22
2.2 Kajian Literatur .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Diagram Alir Pengerjaan .....	28
3.2 Langkah Kerja.....	29
3.2.1. Desain Bejana Tekan .....	29



**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

3.2.2.	Data Lapangan .....	29
3.2.3.	Pengujian.....	30
3.2.4.	Pabrikasi.....	30
3.2.5.	Proses NDT .....	30
3.2.6.	<i>Hydrotest</i> .....	30
3.2.7.	Analisis Hasil .....	31
3.2.8.	Kesimpulan .....	31
3.3.	Metode Pemecahan Masalah.....	31
3.3.1.	Pengumpulan Data dan Informasi .....	31
3.3.2.	Metode <i>Finite Element Analysis</i> .....	31
3.3.3.	Metode Uji Fisik <i>Hydrotest</i> .....	32
3.3.4.	Pengolahan Data .....	33
3.3.5.	Pengambilan Kesimpulan .....	33
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1.	Desain Bejana Tekan .....	34
4.1.1.	<i>Shell</i> .....	34
4.1.2.	<i>Ellipsoidal Head</i> .....	34
4.1.3.	Tekanan.....	35
4.1.4.	Material .....	36
4.2.	<i>Hydrotest</i> .....	36
4.2.1.	<i>Hydrotest Process</i> .....	36
4.2.2.	<i>Analisis Barton Chart</i> .....	37
4.3.	<i>Finite Element Analysis</i> .....	40
4.3.1.	Simulasi Total Deformasi .....	40
4.3.2.	Simulasi <i>Von Mises Stress</i> .....	49
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1.	Kesimpulan .....	56
5.2.	Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>59</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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur .....	22
Tabel 3. 1 Data <i>Barton Chart</i> .....	39
Tabel 4. 1 Data Simulasi Total Deformasi Variabel Bebas .....	42
Tabel 4. 2 Data Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel Bebas .....	50





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bejana Tekan D-401 .....	7
Gambar 2. 2 <i>Shell</i> .....	8
Gambar 2. 3 <i>Head</i> .....	9
Gambar 2. 4 <i>Saddle</i> Bejana Tekan.....	11
Gambar 2. 5 A.....	11
Gambar 2. 6 B.....	12
Gambar 2. 7 <i>Base Ring Plate</i> .....	13
Gambar 2. 8 Bejana Tekan Vertikal.....	15
Gambar 2. 9 Bejana Tekan Horizontal.....	16
Gambar 2. 10 Proses <i>Hydrotest</i> .....	17
Gambar 2. 11 <i>Pressure Gauge</i> .....	18
Gambar 2. 12 Pompa.....	19
Gambar 2. 13 Thermometer .....	20
Gambar 2. 14 <i>Barton Chart</i> .....	20
Gambar 2. 15 <i>Barton Chart Recorder</i> .....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	29
Gambar 4. 1 Grafik <i>Hydrotest</i> .....	37
Gambar 4. 2 <i>Barton Chart</i> .....	38
Gambar 4. 3 Simulasi Total <i>Deformation Desain</i> PV D-401 .....	41
Gambar 4. 4 Simulasi Total Deformasi Variabel 1 .....	43
Gambar 4. 5 Simulasi Total Deformasi Variabel 2.....	44
Gambar 4. 6 Simulasi Total Deformasi Variabel 3.....	45
Gambar 4. 7 Simulasi Total Deformasi Variabel 4.....	46
Gambar 4. 8 Simulasi Total Deformasi Variabel 5.....	47
Gambar 4. 9 Simulasi Total Deformasi Variabel 6.....	48
Gambar 4. 10 Simulasi <i>Von Mises Stress Desain</i> .....	49
Gambar 4. 11 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 1.....	51
Gambar 4. 12 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 2.....	51
Gambar 4. 13 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 3.....	52
Gambar 4. 14 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 4.....	53
Gambar 4. 15 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 5.....	53
Gambar 4. 16 Simulasi <i>Von Mises Stress</i> Variabel 6.....	54

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



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Desain Pressure Vessel D-401.....	59
Lampiran 2	Mill Test Certificate SA-516 Grade 70 .....	60
Lampiran 3	Mechanical Properties SA-516 Grade 70 .....	61
Lampiran 4	ASME Section II 2019 .....	62
Lampiran 5	ASME Section VIII 2019 .....	63



### Hak Cipta :

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



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Penelitian

*Pressure vessel* atau bejana tekan adalah penampungan bahan padat, cair, atau gas di bawah tekanan internal atau eksternal yang mampu menahan berbagai beban lainnya[1]. *Pressure vessel* digunakan dalam berbagai industri seperti petrokimia, minyak dan gas, pembangkit listrik, serta manufaktur. Material yang digunakan merupakan beragam jenis metal dengan acuan ASME *Boiler and Pressure Vessel Code II Materials*[1]. Standar yang digunakan dalam pembuatan *pressure vessel* adalah ASME *Section VIII*. Perawatan rutin dan inspeksi berkala sangat penting untuk memastikan integritas dan keamanan *pressure vessel*. Inspeksi melibatkan pemeriksaan visual, pengujian nondestruktif, dan uji tekanan hidrostatis untuk mendeteksi kerusakan atau kelemahan struktural.

Penulis melakukan penelitian *pressure vessel* yang bertempat pada PT Gerbang Saranabaja. Perusahaan Gerbang Saranabaja berdiri tahun 1976 dan memiliki kapasitas produksi *pressure vessel* sebanyak 15.000 ton. PT Gerbang Saranabaja merupakan perusahaan yang berjalan di sektor manufaktur *pressure vessel* dan konstruksi baja. Salah satu klien besar yang bekerja sama dengan PT Gerbang Saranabaja yaitu Pertamina, Chevron, Tata, PGN, Bluescope, dan P&G. Perusahaan sudah bersertifikasi ISO 9001-14001-45001-ACM-UKAS, ASME Stamp U, dan ASME Stamp R.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bejana tekan dan tangki timbun di dalam Peraturan Nomor 37 Tahun 2016 untuk memastikan bahwa penggunaan, perawatan, dan pengelolaan peralatan tersebut dilakukan dengan standar keselamatan yang tinggi. Dalam proses produksi atau perawatan bejana tekan wajib menyertakan pengawas ketenagakerjaan spesialis K3 pesawat uap dan bejana tekan. Pelaksanaan syarat-syarat K3 bejana tekan atau tangki timbun sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 meliputi kegiatan perencanaan, pembuatan, pemasangan, pengisian, pengangkutan, pemakaian,

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

pemeliharaan, perbaikan, modifikasi, penyimpanan, pemeriksaan, serta pengujian. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Daerah (BPSDMD) Provinsi Jawa Tengah menyatakan bahwa penggunaan pesawat uap dan bejana tekan di industri sebesar 16,93%. Pada proses perancangan wajib menggunakan spesifikasi prosedur pengelasan *Welding Procedure Spesification* (WPS) dan pencatatan prosedur kualifikasi *Procedure Qualification Record* (PQR) dengan pengawasan langsung dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. Maka dari itu, penting untuk memperhatikan faktor pembebanan eksternal dan internal yang berguna untuk meminimalisasi kecelakaan kerja.

FEA adalah singkatan dari *Finite Element Analysis* atau dalam bahasa Indonesia disebut Metode Elemen Hingga[2]. Konsep paling dasar FEA adalah, menyelesaikan suatu masalah dengan cara membagi objek analisis menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisis dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Kata "*finite*" atau "terhingga" digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik.

Metode FEA sering digunakan dalam proses perancangan atau analisis kekuatan struktur material dari sebuah benda atau konstruksi[3]. Metode FEA memecah struktur kompleks menjadi elemen-elemen yang lebih kecil dan memodelkan respons masing-masing elemen terhadap beban, tekanan, serta kondisi lingkungan lainnya. Metode ini terdapat pada *software* ANSYS 2021 R2 dengan melakukan simulasi total deformasi dan *equivalent von mises stress*[4]. Hasil yang didapat akan sesuai dengan material, rancangan, dan pembebanan yang diberikan. Menurut *National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors*, kecelakaan yang melibatkan bejana tekan meningkat sebesar 24% dari tahun 1999 ke 2000. Selama periode 1992-2001, tercatat 23.338 kecelakaan terkait bejana tekan, dengan rata-rata 2.334 kecelakaan per tahun[5]. Dalam sepuluh tahun terakhir, terjadi 127 kematian akibat kecelakaan tersebut, dan statistik menunjukkan bahwa jumlah kecelakaan



**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

tetap stabil antara tahun 2001 hingga 2008[5]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan melakukan uji fisik kekuatan material SA-516 *grade 70* pada *pressure vessel* D-401. Dengan ini, Penulis berharap hasil dari penelitian skripsi ini dapat membantu mengurangi tingkat kecelakaan kerja dan pengembangan material yang digunakan pada *pressure vessel*.

## 1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Sesuai dengan judul penelitian skripsi dan uraian diatas, Penulis dapat merumuskan masalah yang akan menjadi pokok-pokok topik dalam pembahasan lebih mendalam pada penelitian skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan struktur material SA-516 *grade 70* pada bejana tekan (*pressure vessel*) menggunakan metode *hydrotest*?
2. Bagaimana kekuatan struktur material SA-516 *grade 70* pada bejana tekan (*pressure vessel*) dengan perbedaan tekanan internal dan eksternal menggunakan metode *finite element analysis*?

## 1.3. Batasan Masalah

Permasalahan tentang “Metode *Hydrotest* pada Material SA-516 *Grade 70* Berdasar *Finite Element Analysis* untuk Tekanan Internal dan Eksternal yang Berbeda (Studi Kasus: *Pressure Vessel* D-401)” dirasakan terlalu luas. Untuk membatasi ruang lingkup dalam seminar, maka pembahasan masalah akan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Gerbang Saranabaja.
2. Dimensi sesuai dengan desain bejana tekan D-401.
3. Standar yang digunakan yaitu ASME Section VIII Div. 1 (2019).
4. Uji fisik menggunakan *hydrotest*.
5. Simulasi menggunakan *software* ANSYS 2021 R2.
6. Tidak melibatkan faktor las dan jenis elektroda.





**Hak Cipta :**

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

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian skripsi yang hendak dicapai dalam pembahasan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian kekuatan struktur material SA-516 grade 70 pada bejana tekan (*pressure vessel*) menggunakan metode *hydrotest*.
2. Menganalisis kekuatan struktur material SA-516 grade 70 pada bejana tekan (*pressure vessel*) dengan perbedaan tekanan internal dan eksternal menggunakan metode *finite element analysis*.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan penelitian skripsi yang diharapkan dari pembahasan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi tingkat kecelakaan kerja
2. Pengembangan terhadap material yang digunakan pada bejana tekan
3. Peningkatan kualitas hasil pabrikasi bejana tekan
4. Perpanjangan masa pakai bejana tekan.

#### 1.6. Asumsi Penelitian

Terdapat beberapa asumsi penelitian dari Penulis, yaitu sebagai berikut:

1. Perbedaan tekanan dan temperatur berpengaruh terhadap kekuatan material bejana tekan
2. Pengujian seperti *Non Destructive Test* (NDT) dan *hydrotest* bermanfaat untuk menguji kelayakan dan keselamatan kerja
3. Material berperan penting untuk tetap sesuai dengan standar yang terdapat di ASME.

#### 1.7. Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan hasil penelitian ini dibagi dalam beberapa bab yang saling berhubungan. Adapun urutan dalam penulisan laporan ini terlihat pada uraian sebagai berikut:



## © 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

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas landasan teori, kajian literatur dan penelitian yang terkait dalam mesin *pressure vessel*.

### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pembahasan tentang hasil pengujian dan menguraikan anggaran untuk mengerjakan penelitian.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk peneliti.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Hasil dari uji fisik *hydrotest* menunjukkan data yang sesuai dengan input MAWP sebesar 10 bar(g) atau 1 MPa dan *pressure test* sebesar 14,13 bar(g) atau 1,41 MPa. Tidak terdapat kebocoran, perubahan fisik, dan penurunan tekanan selama waktu *hydrotest* 2,5 jam. Dapat disimpulkan bahwa bejana tekan D-401 menggunakan material SA-516 grade 70 lulus dan layak beroperasi dari sudut kekuatan struktur material.
2. Berdasarkan hasil simulasi *software* ANSYS 2021 R2 dengan output *total deformation* dan *equivalent von mises stress*, pada variabel ketiga yang memiliki selisih perbedaan tekanan internal dan eksternal terbesar (1,2 MPa), menghasilkan nilai *total deformation* sebesar 5,6237 mm dan nilai *equivalent von mises stress* sebesar 259,37 MPa. Pada variabel kelima yang memiliki selisih perbedaan tekanan internal dan eksternal terkecil (0,1 MPa), menghasilkan nilai *total deformation* sebesar 3,3293 mm dan nilai *equivalent von mises stress* sebesar 104,11 MPa. Persentase pengaruh perbedaan tekanan internal dan eksternal pada *total deformation* sebesar 9,94%, sedangkan pada *equivalent von mises stress* sebesar 15,28%. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar perbedaan tekanan internal dengan tekanan eksternal maka deformasi dan tegangan akan semakin besar juga.

### 5.2. Saran

1. Simulasi dapat menggunakan *software* ANSYS 2021 R2 atau Solidworks 2022 dengan tambahan koneksi *weld* antara *part* pada bejana tekan.
2. Melakukan uji fisik dan simulasi pembebanan dengan material lainnya, tetapi tetap berdasarkan pada standar ASME Section II.

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



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eugene F. Megyesy, *Pressure Vessel Handbook Eugene F. Megyesy*. 2008.
- [2] R. Efendi, "Optimasi Kekuatan Horizontal Vessel Menggunakan Analisis Elemen Hingga," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–7, 2014.
- [3] Ilham Taufik Maulana, Ahmad Zohari, Adik Susilo Wardoyo, and Pilar Adhana Heryanto, "Analisa Desain Rangka Alat Compact Heat Induction Press Menggunakan Metode Finite Element Analysis," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 5, no. 2, pp. 83–89, 2021.
- [4] D. D. Sanjaya, "Analisa Kekuatan Konstruksi Wing Tank Kapal," *Tugas Akhir*, 2017, [Online]. Available: surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [5] D. Anjar Nyawa, A. Trimulyono, and H. Yudo, "JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Kekuatan Spherical Vessel Tank 42-T-404 G PT. Pertamina dengan Variasi Ketebalan dari Grade Material," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 11, no. 4, pp. 48–58, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [6] ASME Section VIII Division 1, "ASME Boilers and Pressure Vessel Code," *ASME Sect. VIII Div. 1*, p. 717, 2019.
- [7] A. Aziz, "Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Separasi 3 Fasa," *Sinergi*, vol. 18, no. 1, pp. 31–38, 2014.
- [8] ASME, "ASME BPVC.II.A MATERIALS Part A Ferrous Material Specifications (Beginning to SA-450)," 2019.
- [9] J. Edy and A. Mahdi N, "Analisis Kekuatan Konstruksi Bejana Tekan Terhadap Tekanan Hydrostatic Test," *J. Power Plant*, vol. 1, no. 1, pp. 42–44, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.itpln.ac.id/powerplant/article/view/794>
- [10] A. Kristanto, "Modul Praktikum Gambar Teknik Gasal 2022/2023," ., 2023.
- [11] M. Rodiawati, A. Risano, and A. Udi, "Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Pengolahan Limbah Kelapa Sawit Dengan Variabel Kapasitas Produksi 10.000 Ton/Bulan," *J. Ilm. Tek. Mesin FEM*, vol. 1, no. 4, pp. 36–41, 2013.
- [12] 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>

### 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 mengumumikan 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

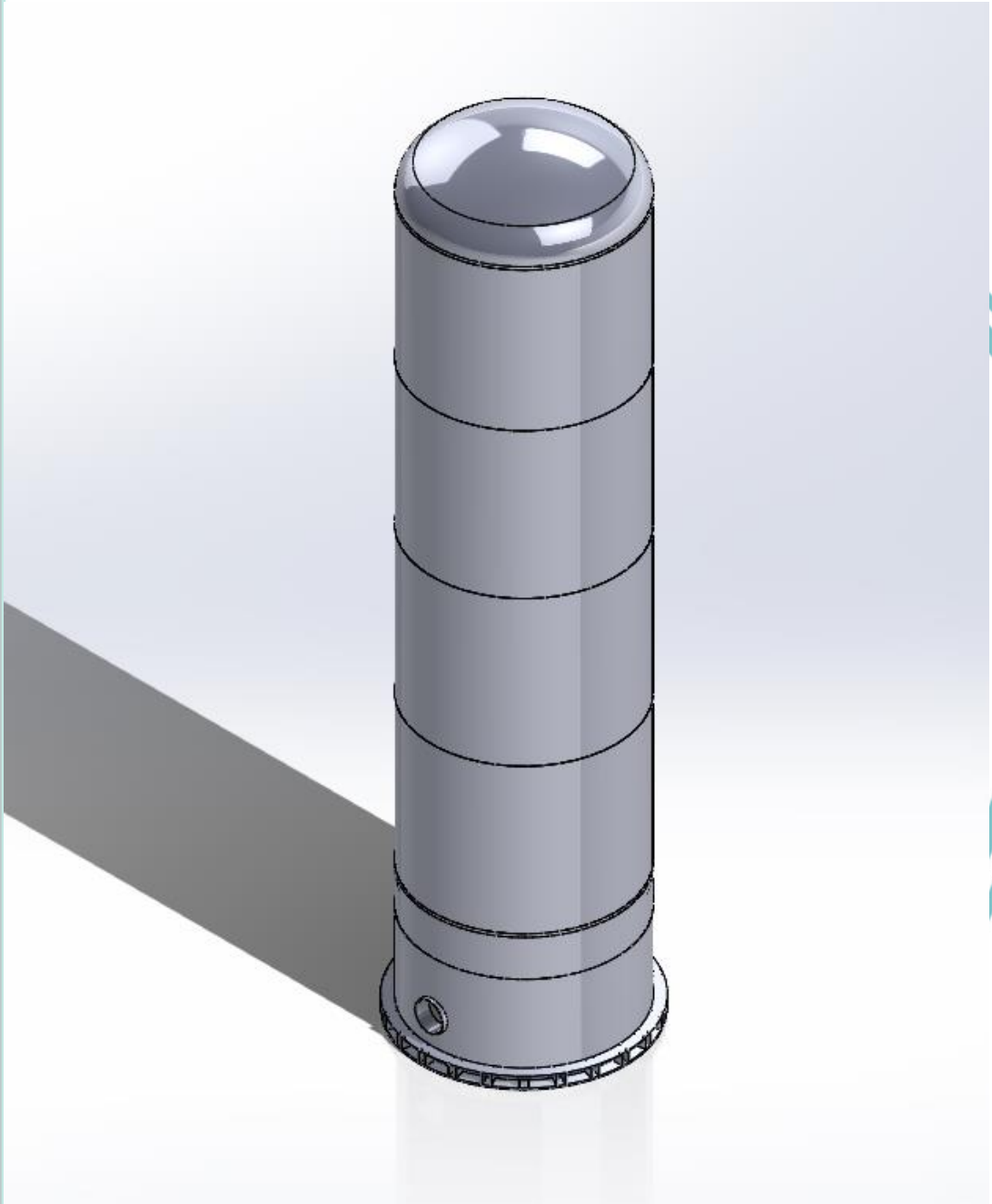
- [13] ASME, “Section II. Materials. Part C. Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals.,” *2019 ASME Boil. Press. Vessel Code*, pp. 1–965, 2019.
- [14] Y. A. S. N. Sulandari and Y. A. Pranata, “Metode Elemen Hingga Sambungan Balok-Kolom,” *J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 76–141, 2012.



- 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 Desain *Pressure Vessel* D-401





SNI ISO 9001:2015  
SNI ISO 14001:2015  
SNI ISO 45001:2018

**PT GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk**

Surabaya - Indonesia

**MILL TEST CERTIFICATE**  
ACC. TO EN10204 - 3.1

Head Office  
Jl. Margonojo no 29A  
Tambak Suroso Asemoro, Surabaya 60184  
Phone : +6231 7490788 (Puring)  
Fax : +6231 7490781  
e-mail : quality@gunawansteel.com  
Website : www.gunawansteel.com

Chaser : PT. HARAPAN MITRA SEATI  
Her No. : Jl. Griya Sejahtera Blok L, Sumter Agung, Tanjung Prok Kota ADM, Jakarta Utara DKI Jakarta 14350  
Verbal : D - 1080 - 2023  
Certification : HOT ROLLED STEEL PLATE  
PO NO : Z311141  
References : ASME SA516 Grade 70 - Z1  
ASME SA20 - Z1

Certificate No. : GOS-OC-2023-2900  
Date : December 4, 2023  
Dispatch Advice No. : LDC-Z312-00070

Heat Number	Plate Number	Quantity	Dimensions (mm)			Weight (MT)	Ladle Analysis (%)												Tensile Test				Impact Value			Remarks					
			T	W	L		C	SI	Mn	P	S	Nb	CU	Cr	NI	Mo	V	Al	TI	N	B	Test No.	Y.S N/mm <sup>2</sup>	T.S N/mm <sup>2</sup>	EI % Bend Test						
20014	K 31-32	2	16	2438	6096	19	26	109	8	3	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	40	<2	5	<5	K3	355	511	26			
20015	H 31-32	2	"	"	"	3.734	20	24	109	7	2	2	5	<5	1	3	3	5	<5	2	50	<2	5	<5	H3	369	506	30			
30013	H 21-22	2	"	"	"	3.734	19	26	113	10	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	50	<2	5	<5	H2	345	507	28			
	H 31-32	2	"	"	"	3.734																			H3	355	513	26			
	H 41-42	2	"	"	"	3.734																			H4	350	512	25			
30014	G 21-22	2	"	"	"	3.734	21	26	112	9	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	50	<2	7	<5	G3	344	519	27			
	G 31-32	2	"	"	"	3.734																			G4	359	515	26			
20014	G 41-42	2	"	"	"	3.734	19	26	109	8	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	40	<2	5	<5	K1	332	502	30			
Z3443	J 22	1	20	2438	6096	2.333	20	25	111	9	3	3	5	<5	1	2	2	5	<5	3	40	2	4	<5	J2	341	502	30			
	J 31-32	2	"	"	"	4.666																			J3	346	502	26			
30013	H 11-12	2	"	"	"	4.666	19	26	113	10	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	50	<2	5	<5	H1	343	508	30			
30014	G 11-12	2	"	"	"	4.666	21	26	112	9	3	3	5	<5	1	3	3	5	<5	3	50	<2	7	<5	G1	353	515	28			
					25						50.869																				

PT GUNAWAN DIANJAYA STEEL Tbk  
Pabrik di Pematang  
Siantar, Sumatera Utara  
QA/QC Manager

We hereby certify that the material herein has been made and tested in accordance with the above specification and also with the requirement called for by the above order.

INDONESIA/0238

Lampiran 2 Mill Test Certificate SA-516 Grade 70

**© 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, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3 *Mechanical Properties SA-516 Grade 70*

**ASTM A516 Carbon Steel, Grade 70**

<b>Categories:</b>	<a href="#">Metal</a> ; <a href="#">Ferrous Metal</a> ; <a href="#">Alloy Steel</a> ; <a href="#">Low Alloy Steel</a> ; <a href="#">ASTM Steel</a> ; <a href="#">Carbon Steel</a> ; <a href="#">Low Carbon Steel</a>
<b>Material Notes:</b>	Carbon steel plate for moderate and lower temperature service. Pressure vessel quality
<b>Key Words:</b>	SA516, ASTM A285
<b>Vendors:</b>	No vendors are listed for this material. Please <a href="#">click here</a> if you are a supplier and would like information

Physical Properties	Metric
Density	7.80 g/cc

Mechanical Properties	Metric
Tensile Strength, Ultimate	485 - 620 MPa
Tensile Strength, Yield	260 MPa
Elongation at Break	17 % 21 %
Modulus of Elasticity	200 GPa
Bulk Modulus	160 GPa
Poissons Ratio	0.29
Shear Modulus	80.0 GPa



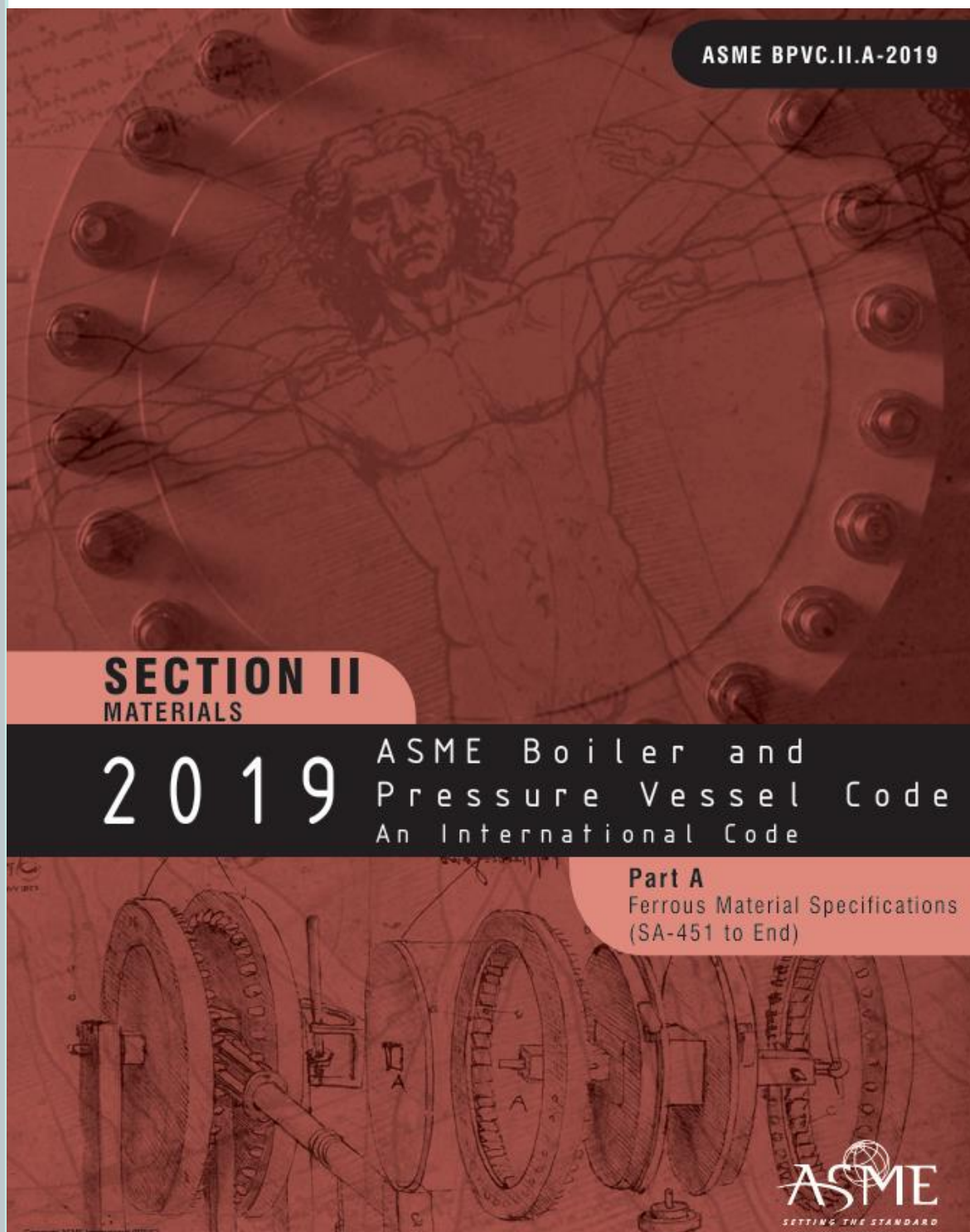
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak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





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 ASME Section II 2019



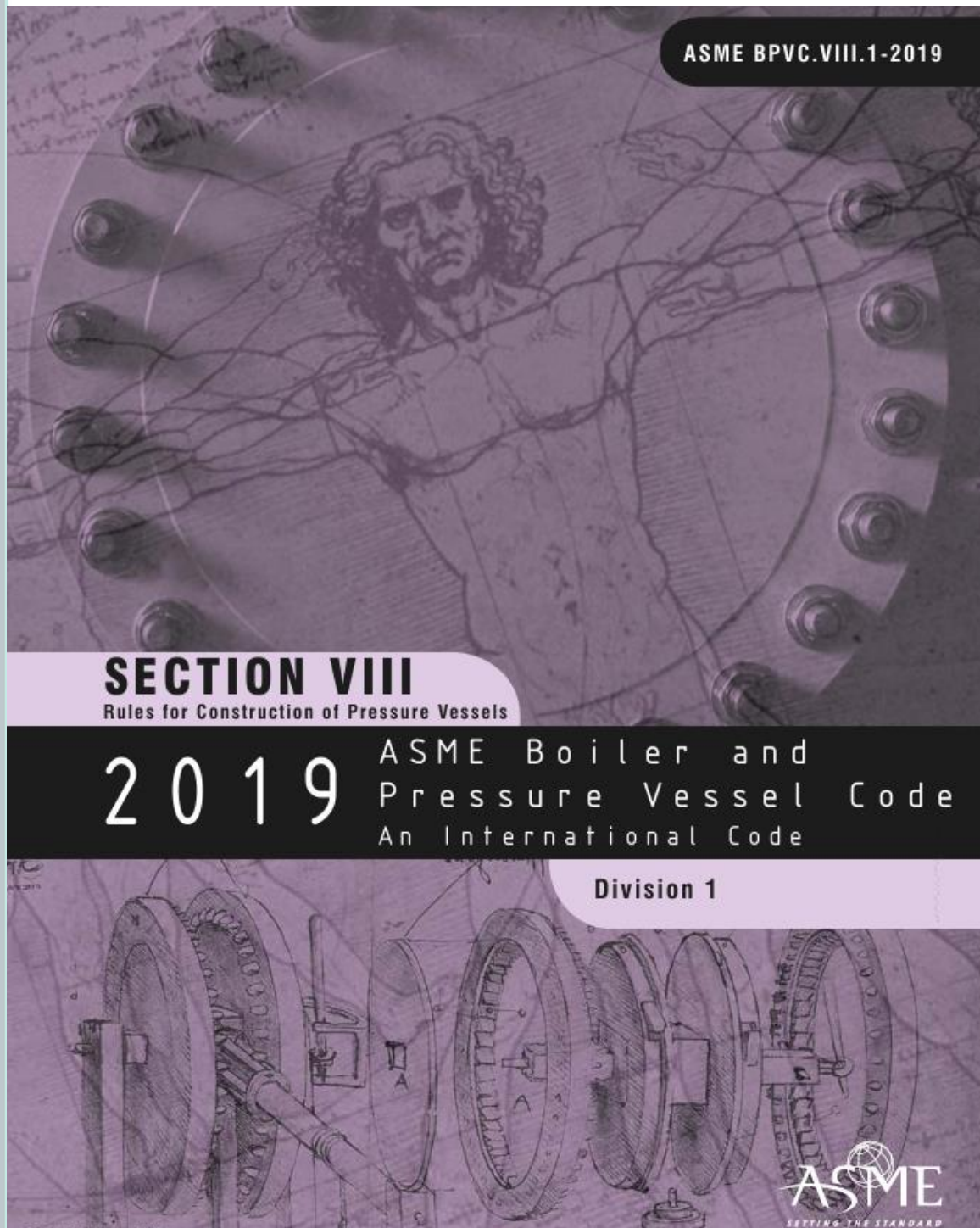
### Hak Cipta :

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



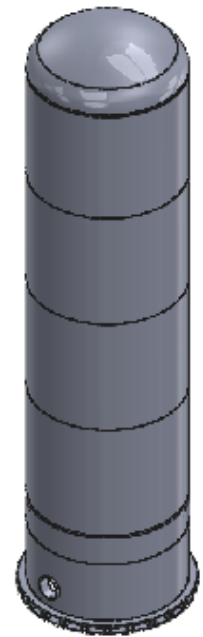
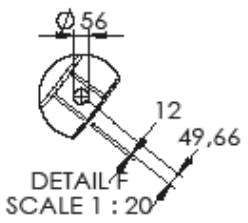
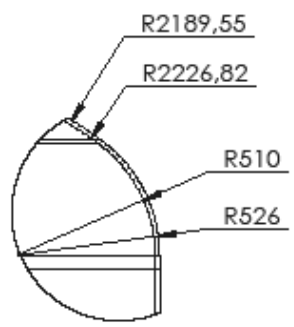
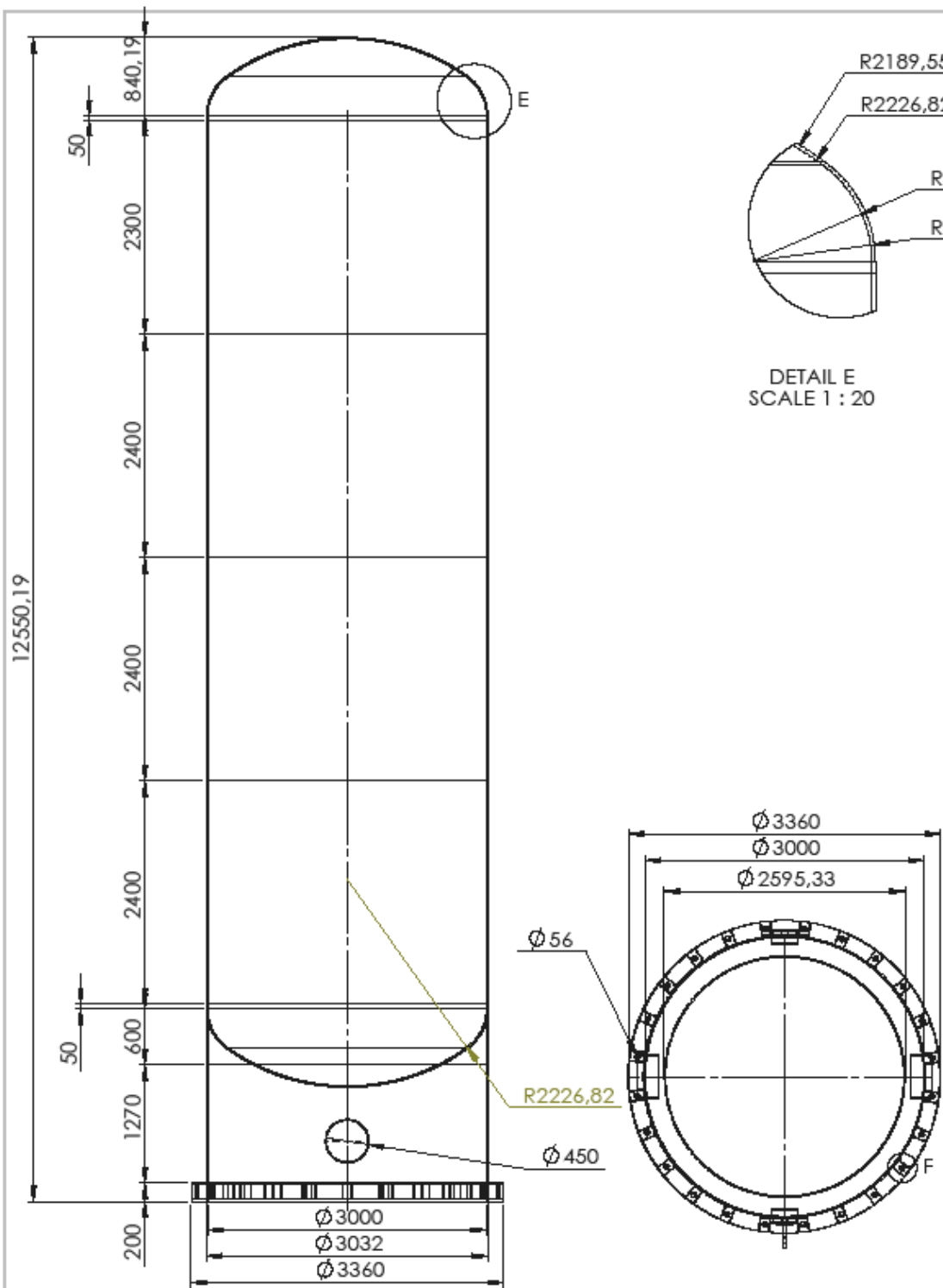
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 ASME Section VIII 2019



### 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



		Toleransi						
Ukuran nominal (mm)		0,5 to 3	>3 to 6	>6 to 30	>30 to 120	>120 to 315	>315 to 1000	>1000 to 3000
Variasi yang diizinkan	Seri Teliti	±0,5	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,3
	Seri Sedang	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±0,8
	Seri Kasar	±0,15	±0,2	±0,5	±0,8	±1,2	±1,2	±1,2

I			SA516-70	3360x3360x12550	Dibuat
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	Perubahan :				
Pressure Vessel D-401				Skala 1:50	Digambar 020424 Ariel Diperiksa Pak Haolia
Politeknik Negeri Jakarta					