

**ANALISIS KEKUATAN TANGKI KONTAINER LNG STANDAR
ISO 1496-3: 2019 UKURAN 45,8 m³ MENGGUNAKAN
PANDUAN DESAIN ASME**



GLAYN RIFANS

NIM: 41319120100

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEKUATAN TANGKI KONTAINER LNG STANDAR
ISO 1496-3: 2019 UKURAN 45,8 m³ MENGGUNAKAN
PANDUAN DESAIN ASME**



U N I V E R S I T A S
MERCUBUANA

Disusun Oleh:

Nama : Glayn Rifans
NIM : 41319120100
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Glayn Rifans
NIM : 41319120100
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis Kekuatan Tangki Kontainer LNG Standar ISO 1496-3: 2019 Ukuran 45,8 m³ Menggunakan Panduan Desain ASME

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D ()
NIDN : 118900633
Penguji 1 : Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D ()
NIDN : 118690617
Penguji 2 : R. Ariosuko Dharmajati, ST., MT ()
NIDN : 196660199

Jakarta, 30 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.



Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Glayn Rifans

NIM : 41319120100

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Tangki Kontainer LNG Standar
ISO 1496-3: 2019 Ukuran 45,8 m³ Menggunakan
Panduan Desain ASME

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Desember 2023



Glayn Rifans

PENGHARGAAN

Puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan *karunia*-Nya laporan tugas akhir berjudul “Analisis Kekuatan Tangki Kontainer LNG Standar ISO 1496-3: 2019 Ukuran 45,8 m³ Menggunakan Panduan Desain ASME”, dapat diselesaikan. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah tugas akhir untuk memenuhi syarat kelulusan program teknik di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana. Selama proses pengerjaan skripsi ini penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi dan dosen koordinator tugas akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.d selaku dosen pembimbing yang dan memberikan banyak masukan dan perhatian selama pengerjaan tugas akhir.
6. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
7. Ayah Alm. Ramses Simanjuntak, Ibu Siantarina Saragih, dan adik Advent Fajar Mangapul yang telah memberikan kepercayaan tanpa henti.
8. Ibu atasan Reny Juniarty, Ibu Susiani dan seluruh pimpinan dan karyawan PT Jaya Samudra Karunia atas kesempatan yang diberikan kepada saya.
9. Olivia Tiur Siagian yang telah memberi dukungan nyata dan menunjukkan kesabaran luar biasa selama dalam perjuangan ini.
10. Seluruh teman-teman yang memberikan semangat untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan mudah dipahami bagi siapapun yang membacanya. Sebelumnya penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan kata yang kurang berkenan dan penulis memohon kritik serta saran yang membangun demi perbaikan di masa depan.

ABSTRAK

Untuk mendukung pengembangan industri LNG di Indonesia perlu dikembangkan solusi transportasi LNG yang aman dan optimal. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk merancang tangki kontainer LNG Standar ISO 1496-3: 2019 Ukuran 45,8 m³ sebagai media pengantaran dan penyimpanan LNG. Metodologi penelitian ini dengan menentukan kebutuhan volume LNG pada Tangki Kontainer ISO 1496-3:2019, pemilihan material tangki yang bisa bekerja pada suhu -160 °C sesuai sifat LNG adalah SA-240M 304, perancangan dimensi pada Autocad, dilanjutkan pemodelan 2-D tangki. Analisis kekuatan tangki melalui variasi ketebalan tangki dari 5,23 mm, 5,21 mm dan 5,19 mm menggunakan Ansys dan perhitungan manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain tangki kontainer LNG sesuai ISO 1496-3:2019 yang memenuhi ASME *Section VIII Divisi I* menggunakan SA-240M 304 dengan ketebalan 5,22 mm pada *head* dan 5,23 mm pada *shell*. Dengan menggunakan ketebalan 5.23 mm pada *shell*, *Von Mises stress* memiliki *safety factor* 1,156. Sedangkan pada *head*, *Von Mises stress* terbesar nilainya masih dibawah *allowable stress*. Dengan menggunakan variasi ketebalan 5,21 mm dan 5,19 mm pada *shell*, *Von Mises stress* yang dihasilkan memiliki *safety factor* lebih dari 1. Sedangkan pada *head*, *Von Mises stress* keduanya melebihi *allowable stress*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan ketebalan 5,23 mm tangki kontainer LNG layak diproduksi.

Kata Kunci: ASME *Section VIII Divisi I*, LNG, SA-240M 304, Tangki Kontainer LNG Standar ISO 1496-3: 2019, *Von Mises Stress*

ABSTRACT

To support the development of the LNG industry in Indonesia, it is necessary to develop a safe and optimal LNG transportation solution. Therefore, the purpose of this research is to design an ISO 1496-3 Standard LNG container tank: 2019 Size 45.8 m³ as a medium for LNG delivery and storage. The methodology of this research is to determine the volume requirements of LNG in the ISO 1496-3: 2019 Container Tank, selection of tank material that can work at a temperature of -160 oC according to the nature of LNG is SA-240M 304, dimensional design in Autocad, followed by 2-D tank modeling. Analysis of tank strength through variations in tank thickness from 5.23 mm, 5.21 mm and 5.19 mm using Ansys and manual calculations. The results showed that the design of the LNG container tank according to ISO 1496-3:2019 which meets ASME Section VIII Division I uses SA-240M 304 with a thickness of 5.22 mm in the head and 5.23 mm in the shell. By using a thickness of 5.23 mm on the shell, the Von Mises stress has a safety factor of 1.156. While in the head, the largest Von Mises stress value is still below the allowable stress. By using thickness variations of 5.21 mm and 5.19 mm on the shell, the resulting Von Mises stress has a safety factor of more than 1. While on the head, Von Mises stress both exceed the allowable stress. So it can be concluded that with a thickness of 5.23 mm the LNG container tank is feasible to produce.

Keyword: *ASME Section VIII Division I, LNG, SA-240M 304, Standard ISO 1496-3:2019, LNG Container Tank, Von Mises Stress*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	4
1.4 MANFAAT	4
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2 LNG (<i>LIQUEFIED NATURAL GAS</i>)	9
2.3 <i>LNG SUPPLY CHAIN</i>	11
2.4 SATUAN DAN KONVERSI UNTUK LNG	11
2.5 JENIS-JENIS TANGKI LNG	13
2.6 TANGKI KONTAINER LNG STANDAR ISO 1496-3:2019	14
2.7 DESAIN TANGKI KONTAINER LNG UKURAN 20 ft	15
2.8 SPESIFIKASI MATERIAL TANGKI KONTAINER LNG SA-240 304	16
2.9 ASME <i>Section VIII Div I</i>	17
2.9.1 Perhitungan Dimensi <i>Pressure Vessel</i>	17
2.9.2 Perhitungan Kekuatan <i>Pressure Vessel</i>	18

2.10	<i>RECEIVING TERMINAL LNG</i>	19
	2.10.1 <i>Floating Receiving Terminal LNG</i>	19
	2.10.2 <i>Onshore Receiving Terminal LNG</i>	20
BAB III METODOLOGI		22
3.1	DIAGRAM ALIR	22
3.2	ALAT DAN BAHAN	24
	3.2.1 AutoCAD	24
	3.2.2 Ansys Workbrench	25
3.3	PENENTUAN MATERIAL TANGKI KONTAINER LNG	26
3.4	PENENTUAN GEOMETRI TANGKI KONTAINER LNG	27
	3.4.1 Penentuan Dimensi Awal	27
	3.4.2 Penentuan Dimensi <i>Head</i> dan <i>Shell</i>	27
	3.4.3 Rancangan Tangki Kontainer LNG Standar ISO 1496-3: 2019	28
3.5	PEMODELAN TANGKI KONTAINER LNG DENGAN AUTOCAD	29
3.6	PEMODELAN PEMBEBANAN TANGKI KONTAINER LNG	30
	3.6.1 Model 3D dari tangki kontainer LNG standar ISO 1496-3:2019	30
	3.6.2 <i>Preprocessing</i>	31
	3.6.3 <i>Postprocessing</i>	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	PERHITUNGAN KEKUATAN TANGKI	36
	4.1.1 Perhitungan Manual (<i>Hand calculation</i>)	36
	4.1.2 Perhitungan Komputer (<i>Ansys Calculation</i>)	37
	4.1.3 Validasi Hasil <i>Hand calculation</i> dan <i>Ansys Calculation</i>	40
4.2	PERBANDINGAN KEKUATAN TANGKI (VARIASI <i>THICKNESS</i>)	40
	4.2.1 Perhitungan Kekuatan Tangki untuk ketebalan 5,21 mm	41
	4.2.2 Perhitungan Kekuatan tangki untuk ketebalan 5,19 mm	44
	4.2.3 Variasi Ketebalan	47
BAB V PENUTUPAN		49
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Aliran Sebuah LNG Plant	9
Gambar 2.2 <i>LNG Supply chain</i>	11
Gambar 2.3 Kategori Sistem Penyimpanan LNG untuk LNG Carrier	13
Gambar 2.4 FSRU Karunia Dewata in Bali	15
Gambar 2.5 <i>Onshore Storage Unit Skikda Algeria</i>	16
Gambar 2.6 <i>Open Rack Vaporizer</i>	17
Gambar 2.7 <i>Submerged Combustion Vaporizer</i>	19
Gambar 2.8 <i>Intermediate Fluid Vaporizer</i>	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Pemodelan tangki dengan AutoCAD	29
Gambar 3.3 Pemodelan <i>head Ellipsoidal</i>	29
Gambar 3.4 Gambar 3-D 41	30
Gambar 3.5 Gambar <i>Meshing</i> pada <i>shell</i> dan <i>head</i>	31
Gambar 3.6 Spesifikasi SA-240M 304 pada <i>Ansys</i>	32
Gambar 3.7 Symetry pada X Axis	33
Gambar 3.8 Pembebanan	33
Gambar 3.9 Arah Koordinat sumbu XYZ pada tangki	33
Gambar 3.10 <i>Longitudinal Stress</i>	34
Gambar 3.11 <i>Hoop Stress</i>	34
Gambar 4.1 Hasil Analisis <i>Longitudinal Stress</i> pada <i>Shell</i>	38
Gambar 4.2 Hasil Analisis <i>Hoop Stress</i> pada <i>Shell</i>	38
Gambar 4.3 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Shell</i>	39
Gambar 4.4 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Head</i>	39
Gambar 4.5 Hasil Analisis <i>Longitudinal Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,21 mm	41
Gambar 4.6 Hasil Analisis <i>Hoop Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,21 mm	42
Gambar 4.7 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,21 mm	42
Gambar 4.8 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Head</i> ketebalan 5,21 mm	43
Gambar 4.9 Hasil Analisis <i>Longitudinal Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,19 mm	44

Gambar 4.10 Hasil Analisis <i>Hoop Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,19 mm	45
Gambar 4.11 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Shell</i> ketebalan 5,19 mm	45
Gambar 4.12 Hasil Analisis <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Head</i> ketebalan 5,19 mm	46
Gambar 4.13 Grafik variasi <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Head dan shell</i>	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas dan Kebutuhan Pembangkit Listrik di Indonesia	2
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Batas Komposisi Komponen LNG	9
Tabel 2.3 Perbandingan Emisi Gas Berdasarkan Bahan Bakarnya	10
Tabel 2.4 Konversi LNG	11
Tabel 2.5 Ukuran LNG ISO Tank 20ft dan 40ft	14
Tabel 3.1 Metrik Kualitas <i>Meshing</i>	31
Tabel 3.2 Spesifikasi SA-240M 304	32
Tabel 4.1 Perbandingan Perhitungan <i>Stress</i> Pada Ketebalan 5,23 mm	40
Tabel 4.2 Perbandingan Perhitungan <i>Stress</i> Pada Ketebalan 5,21 mm	43
Tabel 4.3 Perbandingan Perhitungan <i>Stress</i> Pada Ketebalan 5,19 mm	47
Tabel 4.4 Perbandingan <i>Von Mises Stress</i> pada <i>Shell</i> dan <i>Head</i>	47



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
m^3	Satuan volume dari LNG yaitu meter kubik
%	Persentase dari sebuah hal
$^{\circ}C$	Derajat <i>Temperature</i> Celcius
k	Konduktifitas termal
T	<i>Temperature</i>
A	Luas penampang
Ro	Jari-jari tangki luar
Ri	Jari-jari tangki dalam
X	Panjang dimensi tangki
P	<i>Pressure</i> (Tekanan dalam tangki)
t	Ketebalan tangki
S	<i>Yield Strength</i>
E	<i>Joint Efficiency</i>
$\sigma(\text{long})$	Tegangan ke arah memanjang
$\sigma(\text{hoop})$	Tegangan ke arah melingkar
$\sigma(\text{rad})$	Tegangan ke arah tebal
E	<i>Joint Efficiency</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
LNG	<i>Liquified Natural Gas</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
MMBTU	<i>Million British Thermal Units</i>
CBM	<i>Cubic Meter</i>
PLTMG	Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
OPEX	Operating Expenditure
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
FEA	<i>Finite Element Analysis</i>
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BOG	<i>Boil of Gas</i>
MMSCF	<i>Million Standard Cubic Feet</i>
FSRU	<i>Floating Storage Regasification Unit</i>