

SKRIPSI

***STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS PADA
TRANSPORT TANK SA-516 Gr.70 MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA***



MUHAMMAD RAFLI

03051181924127

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

***STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS PADA
TRANSPORT TANK SA-516 Gr.70 MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA***

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
MUHAMMAD RAFLI
03051181924127**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS PADA TRANSPORT TANK SA-516 Gr.70 MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD RAFLI

03051181924127

Palembang, Juni 2023

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D.


NIP. 197112251997021001



Dr. Ir. Hendri Chandra, MT.

NIP. 196004071990031003

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 016/TH/AK/2023
Diterima Tanggal : 07-07-2022
Paraf : 

SKRIPSI

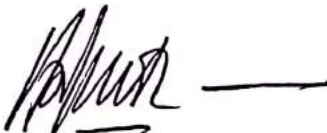
NAMA : MUHAMMAD RAFLI
NIM : 03051181924127
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : *STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS* PADA
TRANSPORT TANK SA-516 Gr. 70 MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA
DIBUAT TANGGAL : 20 SEPTEMBER 2022
SELESAI TANGGAL : 5 JUNI 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Juni 2023
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.
NIP. 196004071990031003

HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “*STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS PADA TRANSPORT TANK SA-516 Gr. 70 MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Juni 2023.

Palembang, 14 Juni 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi:

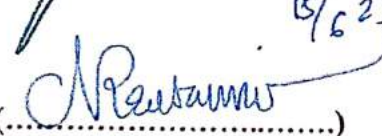
Ketua:

1. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197901052003121002

 17/6 23.
(.....)

Sekretaris:

2. Nurhabibah Paramitha E U, S.T., M.T.
NIP. 198911172015042003

 15/6 23
(.....)

Anggota:

3. Dr. Ir, Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 196307191990032001

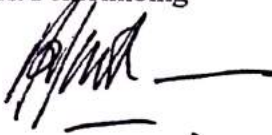

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Hsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.
NIP. 196004071990031003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “*Stress dan Fatigue Analysis pada Transport Tank SA-516 Gr. 70 menggunakan Metode Elemen Hingga*”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada Kedua Orang Tua penulis, Muhammad Toha dan Ramayana yang selalu memberikan doa dan dukungan penuh lahir dan batin, terima kasih kepada Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, terima kasih kepada Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan saran dan bimbingan selama perkuliahan, dan terima kasih kepada seluruh civitas akademika jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya atas bantuan dan ilmu yang bermanfaat. Semoga Allah senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam hal pembelajaran khususnya bagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, Juni 2023



Muhammad Rafli
NIM. 03051181924127

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafli

NIM : 03051181924127

Judul : *Stress dan Fatigue Analysis* pada *Transport Tank SA-516 Gr.70*
menggunakan Metode Elemen Hingga

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juni 2023



Muhammad Rafli

NIM. 03051181924127

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rafli

NIM : 03051181924127

Judul : *Stress dan Fatigue Analysis* pada *Transport Tank SA-516 Gr.70*
menggunakan Metode Elemen Hingga

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juni 2023



Muhammad Rafli

NIM. 03051181924127

RINGKASAN

STRESS DAN FATIGUE ANALYSIS PADA TRANSPORT TANK SA-516 Gr.70 MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Mei 2023

Muhammad Rafli, dibimbing oleh Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.

xxxix+ 71 Halaman, 7 Tabel, 36 Gambar, 14 Lampiran

RINGKASAN

Transport tanks merupakan salah satu bejana tekan tipe horizontal digunakan sebagai pengangkut LPG dalam industri migas. *Transport tank* LPG terdapat pembebanan bolak-balik akibat tekanan yang mengakibatkan terjadinya tegangan dan *fatigue* pada *transport tank* tersebut sehingga kelelahan/*fatigue* penting untuk dianalisis lebih lanjut. Perkiraan umur material juga perlu untuk dianalisis melalui pendekatan simulasi CAE atau metode elemen hingga dengan menyesuaikan kondisinya serta dapat mengetahui letak titik kritis kegagalan yang akan terjadi akibat beban berulang. Pada *transport tank* LPG antara *head* dan *shell* menjadi area kritis yang mengalami kegagalan sehingga penting untuk dipelajari lebih lanjut. Pada suatu material memiliki sifat diantaranya sifat mekanik yaitu sifat yang menyatakan kemampuan suatu material atau komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material atau komponen tersebut. Salah satu sifat mekanik yang menunjukkan kelakuan material apabila material tersebut diberi beban mekanik (statik atau dinamik). Pada *transport tank* akan mengalami sifat mekanik yaitu salah satunya kelelahan (*fatigue*) dengan bertambahnya umur selama dipakai bertahun – tahun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tegangan/*stress* dan umur kelelahan/*fatigue* pada *transport tank* SA-516 Gr.70 yang umum dipakai dalam bejana tekan. Simulasi tegangan dan *fatigue-life* yang dilakukan menggunakan software elemen hingga yaitu ANSYS. Simulasi ini dilakukan dengan 2 kondisi yang berbeda serta membandingkannya antara hasil simulasi dan hasil analitis

agar mendapatkan hasil yang valid. Pada *transport tank* dalam keadaan kosong yang memiliki tekanan 1 atm, sedangkan untuk keadaan yang beroperasi memiliki tekanan 18 kg/cm² atau 18 bar. Hasil simulasi tegangan untuk kondisi kosong mengalami tegangan maksimum/*von mises* sebesar 15,10 MPa. Sedangkan, untuk kondisi beroperasi mengalami tegangan *von mises* sebesar 263,88 MPa. Pada kedua kondisi tersebut tidak mengalami kegagalan atau dikatakan masih aman karena hasil yang didapat masih sangat jauh dari tegangan luluh/*yield strength* sebesar 385 MPa. Untuk perhitungan analitis yang digunakan mendapatkan perbedaan kurang dari 10 %. Untuk memprediksi umur *fatigue life* harus mengetahui *design life* sebesar 15 tahun. Pada penelitian ini, *fatigue-life* pada *transport tank* SA-516 Gr.70 didapatkan nilai siklus sebesar 68285 MPa pada tegangan 263,88 MPa dengan umur *fatigue-life* sebesar 26,3 tahun. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin besar suatu tegangan pada *transport tank* maka siklus atau umurnya akan pendek dan jika tegangannya kecil maka siklus atau umurnya akan panjang.

Kata kunci : Tangki Pengangkut, Tegangan, Umur Kelelahan

SUMMARY

STRESS AND FATIGUE ANALYSIS OF TRANSPORT TANK SA-516 Gr.70 METHOD USING FINITE ELEMENTS

Scientific paper in the form of a thesis, April 2023

Muhammad Rafli, supervised by Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.

xxxix+ 71 Pages, 7 Tables, 36 Figures, 14 Appendix

SUMMARY

Transport tanks are one of the horizontal type pressure vessels used to transport LPG in the oil and gas industry. The LPG transport tank has alternating loading due to pressure which results in stress and fatigue in the transport tank so that fatigue is important for further analysis. Estimated material age also needs to be analyzed through a CAE simulation approach or the finite element method by adjusting the conditions and being able to find out the location of the critical point of failure that will occur due to repeated loads. In the LPG transport tank between the head and the shell is a critical area that has failed so it is important to study further. A material has properties including mechanical properties, namely properties that express the ability of a material or component to accept loads, forces and energy without causing damage to the material or component. One of the mechanical properties that shows the behavior of the material when the material is given a mechanical load (static or dynamic). In transport tanks will experience mechanical properties, one of which is fatigue (fatigue) with increasing age during years of use. The purpose of this study was to analyze stress and fatigue life on the SA-516 Gr.70 transport tank which is commonly used in pressure vessels. Stress and fatigue-life simulations were carried out using finite element software, namely ANSYS. This simulation was carried out under 2 different conditions and compared the simulation results and analytical results in order to obtain valid results. An empty transport tank has a pressure of 1 atm, while an operational state has a pressure of 18 kg/cm² or 18 bar. The stress simulation results for the empty condition experience a maximum

stress/von mises of 15.10 MPa. Meanwhile, for operating conditions it experiences a von Mises stress of 263.88 MPa. In both conditions, failure did not occur or it was said that it was still safe because the results obtained were still very far from the yield strength of 385 MPa. For analytical calculations used to get a difference of less than 10%. To predict the fatigue life, it is necessary to know the design life of 15 years. In this study, the fatigue-life of the SA-516 Gr.70 transport tank obtained a cycle value of 68285 MPa at a stress of 263.88 MPa with a fatigue-life of 26.3 years. So, it can be concluded that the greater the voltage on the transport tank, the cycle or life will be short and if the stress is small, the cycle or life will be long.

Kata kunci : Transport Tank, Stress, Fatigue-life

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SKRIPSI.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xxiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN.....	xvii
SUMMARY.....	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Bejana Tekan.....	8
2.3 Tegangan Internal Pada Dinding Bejana Tekan Silinder Tipis....	14
2.4 <i>Transport Tanks</i>	18
2.5 Jenis – Jenis Kegagalan.....	19
2.5.1 Korosi.....	19
2.5.2 Keausan (<i>Wear</i>).....	20
2.5.3 Kelelahan (<i>Fatigue</i>).....	21
2.6 Baja Karbon.....	24
2.7 Metode Elemen Hingga.....	25
2.8 Teori <i>Von Mises</i>	25
2.9 Teori Faktor Keamanan.....	26

2.10	Solidworks	29
2.11	ANSYS Workbench	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	Diagram Alir Penelitian	31
3.2	Studi Literatur	32
3.3	Rancangan Penelitian	33
3.4	Data <i>Transport Tank</i>	33
3.5	Geometri Permodelan	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Validasi Model	39
4.2	<i>Meshing</i>	40
4.3	<i>Boundary Condition</i>	41
4.4	Hasil <i>Stress Analysis</i>	43
4.4.1	<i>Transport Tank</i> dalam Kondisi Kosong	43
4.4.2	<i>Transport Tank</i> dalam Kondisi Beroperasi	48
4.5	Hasil <i>Fatigue Analysis</i>	53
4.6	Perhitungan Ketebalan Minimum <i>Shell</i> dan <i>Head</i>	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a). Bejana Tekan Berdinding Tipis	9
(b). Bejana Tekan Berdinding Tebal.....	9
Gambar 2. 2 Bejana Tekan Posisi Vertikal	10
Gambar 2. 3 Bejana Tekan Posisi Horizontal	11
Gambar 2. 4 Kepala Bejana Tekan	12
Gambar 2. 5 Dinding Bejana Tekan	12
Gambar 2. 6 <i>Manhole</i>	13
Gambar 2. 7 <i>Saddle Support</i>	13
Gambar 2. 8 Tegangan Utama yang terjadi pada bejana tekan berdinding tipis.....	14
Gambar 2. 9 Tegangan <i>Hoop</i>	15
Gambar 2. 10 Tegangan Longitudinal	16
Gambar 2. 11 <i>Transport Tanks</i> LPG.....	18
Gambar 2. 12 Jembatan Jalan kereta api yang mengalami korosi	20
Gambar 2. 13 <i>Wear</i> terjadi pada peralatan di industri pertambangan dan pengolahan mineral	21
Gambar 2. 14 Distribusi Mode Kegagalan	22
Gambar 2. 15 Tegangan Siklik Berdasarkan (R) Rasio Tegangan	23
Gambar 2. 16 Kurva S-N	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3. 2 Model Satu per empat	37
Gambar 4. 1 Model Satu per empat yang akan disimulasi	39
Gambar 4. 2 Data Material yang digunakan	40
Gambar 4. 3 <i>Meshing</i> Seperempat <i>Transport Tank</i>	41
Gambar 4. 4. <i>Mesh Quality Worksheet</i>	41
Gambar 4. 5 <i>Transport Tank</i> Bertekanan	42
Gambar 4. 6 <i>Fixed Support</i>	42
Gambar 4. 7 <i>Standar Earth Gravity</i>	43
Gambar 4. 8 Tegangan <i>Hoop</i> Kondisi Kosong	44

Gambar 4. 9 Tegangan Longitudinal	45
Gambar 4. 10 Tegangan <i>Von Mises</i>	46
Gambar 4. 11 Elemen – elemen dalam kondisi kritis	47
Gambar 4. 12 Tegangan <i>Hoop</i> Kondisi Beroperasi	49
Gambar 4. 13 Tegangan Longitudinal	50
Gambar 4. 14 Tegangan <i>Von Mises</i>	51
Gambar 4. 15 Elemen – elemen dalam kondisi kritis	52
Gambar 4. 16 <i>Fatigue Life</i>	54
Gambar 4. 17 Hasil <i>Safety Factor</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Sheet Material Komponen Utama	33
Tabel 3. 2 Data Sheet Kondisi Operasi	34
Tabel 3. 3 Data Sheet Desain	34
Tabel 3. 4 Komposisi Kimia SA-516 Gr.70	35
Tabel 3. 5 Sifat Mekanik SA-516 Gr.70	36
Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Analitis dan Simulasi saat Kosong	48
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Analiis dan Simulasi saat Beroperasi ...	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Geometri Transport Tank Satu per empat	65
Lampiran 2 Data Spesifikasi LPG 15 Ton	65
Lampiran 3 <i>Software</i> Solidworks 2020.....	66
Lampiran 4 <i>Software</i> Ansys 2023.....	66
Lampiran 5 Tegangan <i>Hoop</i> Kondisi Kosong	67
Lampiran 6 Tegangan Longitudinal.....	67
Lampiran 7 Tegangan <i>Von Mises</i>	68
Lampiran 8 Elemen – elemen pada kondisi kritis.....	68
Lampiran 9 Tegangan <i>Hoop</i> Saat Beroperasi	69
Lampiran 10 Tegangan Longitudinal.....	69
Lampiran 11 Tegangan <i>Von Mises</i>	70
Lampiran 12 Elemen – elemen pada kondisi kritis.....	70
Lampiran 13 <i>Fatigue Life</i>	71
Lampiran 14 <i>Safety Factor</i>	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bejana tekan atau *pressure vessel* merupakan salah satu boiler, media reaksi kimia, penukar panas, reaktor, tangki pengangkut, atau lokasi untuk menampung atau menyimpan barang sering digunakan di lingkungan industri. Bejana tekan ini digunakan sebagai salah satu alat pada industri perminyakan, kimia, dan pembangkit listrik. Pada industri perminyakan dan gas, salah satu pengaplikasian bejana tekan adalah pada *transport tanks* yang biasanya mengangkut Gas LPG berkapasitas mulai dari 15.000 kg sampai dengan 50.000 liter. Bejana tekan akan mengalami beban saat tangki angkut melintasi jalan, termasuk beban kejutan yang dipengaruhi oleh karakteristik jalan, beban cairan internal, dan beban angin sehingga tegangan dan umur kelelahan (*fatigue*) dari bejana sangat penting untuk dianalisis.

Desain pada bejana tekan *transport tanks* sangat bergantung pada analisis tegangan dan fatik. Oleh karena itu, dibutuhkan pengecekan desain bejana tekan khususnya pada *transport tank* untuk memastikan bahwa kepala tangki (*head*), dinding tangki (*shell*), beban *nozzles*, lubang pembersih (*manhole*), dan kedudukan penyangga (*support*) berada pada posisi yang benar sehingga tegangan dan umur fatik pada *transport tank* tidak melebihi batas aman sesuai dengan standar yang diizinkan. *Transport Tank* dirancang berdasarkan data masukan di antaranya adalah informasi data material komponen utama, data *sheet* kondisi operasi, aturan khusus yang berlaku pada sebuah proyek struktur. Dalam merancang *transport tank*, komponen disatukan melalui pengelasan dengan perhitungan dan pemilihan material, salah satunya berdasarkan standar internasional seperti *ASME Sec. XII: Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks*.

Berdasarkan kriteria tersebut, sambungan las pada bejana tekan memiliki nilai kekuatan yang melebihi karakteristik mekanik dan dapat menahan tegangan yang terjadi pada tangki pengangkut. Namun, seiring dengan bertambahnya usia pemakaian dan akibat faktor eksternal yang mempengaruhi pembebanan, bagian tersebut akan mengalami kerusakan. Keadaan jalan yang rusak merupakan salah satu unsur eksternal yang paling berdampak pada pembebanan pada tangki angkut. Oleh karena itu, adanya penelitian ini kita bisa memprediksi umur kelelahan (*fatigue-life*) pada transport tank serta tegangan yang di alami oleh *transport tanks*. Menurut informasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) untuk tahun 2022, jalan dan jembatan Indonesia sepanjang 3.848 kilometer dalam kondisi memprihatinkan secara keseluruhan.

Pada penelitian ini hanya akan berfokus pada simulasi analisis tegangan dan kelelahan (*fatigue*) pada transport tank SA-516 Gr.70 dengan standar ASME Section II untuk yang bertekanan tinggi. Pada bejana tekan silinder berdinding tipis, *shell* akan mengalami tegangan *longitudinal*, tegangan *hoop* dan tegangan *radial*. Tekanan internal maksimum yang dapat ditahan oleh bejana tekan dibatasi oleh kekuatan material karena ketebalan dinding bejana tekan (cangkang) dipengaruhi oleh kekuatan material. Mekanika kekuatan material merupakan suatu sifat mekanik pada suatu material yang memiliki nilai kekuatan luluh atau *yield strength* yang bergantung pada sifat material tersebut.

Suatu bahan memiliki berbagai kualitas, di antaranya sifat mekanik, yang menunjukkan kemampuan suatu bahan atau komponen untuk menahan beban, gaya, dan energi tanpa mengalami kerusakan. Salah satu sifat mekanik yang menunjukkan kelakuan material apabila material tersebut diberi beban mekanik (statik atau dinamik). Pada *transport tank* akan mengalami sifat mekanik yaitu salah satunya kelelahan (*fatigue*) dengan bertambahnya umur selama dipakai bertahun – tahun karena jika suatu struktur selalu dipakai tanpa mengetahui umur kelelahannya sangat berbahaya mengandung risiko yang sangat tinggi.

Adapun fenomena yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu fenomena fatik atau kelelahan. Kelelahan (*fatigue*) merupakan salah satu fenomena kelelahan material, dimana terjadi kelelahan dibawah beban yang berulang. Penelitian mengenai tegangan dan fatik sudah banyak dilakukan, salah

satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Alamsyah mengenai analisa *fatigue-life* konstruksi geladak pada kapal landing *crafty tank* menggunakan metode elemen hingga. Kegagalan pada *transport tank* atau disebut dengan *fatigue failure* yang diakibatkan oleh ketidakmampuan *transport tank* menahan beban yang diterima dari mobil tangki dan fluida pada saat beroperasi.

Pada penelitian ini menggunakan *transport tank* LPG dengan kapasitas 15.000 kg saat kondisi kosong dan beroperasi menggunakan simulasi dan perhitungan secara analitis agar mengetahui nilai semua arah tegangan yang terjadi pada tangki serta mengetahui umur kelelahan/*fatigue-life* pada tangki karena bertambahnya umur pasti akan mengalami kelelahan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengetahui umur pakai agar tidak terjadinya meledak atau kecelakaan pada tangki tersebut.

Salah satu bagian dari *transport tank* yang memiliki risiko kegagalan lelah yang tinggi adalah antara dinding (*shell*) dan kepala *transport tank* (*head*). Oleh karena itu, diperlukan studi numerik struktur *transport tanks* berupa simulasi *fatigue* pada *transport tank* untuk memastikan rancangan desain pada *transport tank* yang digunakan aman saat kondisi beroperasi dan dapat digunakan untuk rujukan dalam pembuatan *transport tank* berikutnya. Sehingga penelitian kali ini berjudul “*Stress dan Fatigue Analysis pada Transport Tank SA-516 Gr.70 menggunakan Metode Elemen Hingga*”.

1.2 Rumusan Masalah

Tegangan suatu material perlu dianalisis melalui pendekatan simulasi dan analitis dengan menyesuaikan kedua kondisi yang berbeda agar dapat mengetahui area yang kritis tanpa mengetahui daerah yang dilas.

Bejana tekan *transport tank* LPG terdapat pembebanan bolak-balik akibat tekanan yang mengakibatkan terjadinya *fatigue* pada bejana tekan tersebut sehingga mengetahui umur lelah/*fatigue-life* penting untuk dianalisis.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah:

1. Permodelan perancangan geometri menggunakan perangkat lunak Solidworks 2020 yang diimpor ke perangkat lunak elemen hingga yaitu ANSYS *Simulation*.
2. Model yang digunakan pada penelitian ini hanya mengambil satu per empat dari *transport tank* LPG karena bentuknya simetris.
3. Material dalam penelitian ini menggunakan SA-516 Gr.70 sebagai *high carbon steel*.
4. Penelitian ini hanya berfokus pada simulasi analisis tegangan dan prediksi umur fatik pada *transport tank*.
5. Pada penelitian ini hanya berfokus analisis pada kondisi beroperasi dan kondisi kosong pada *transport tank*.
6. Pendekatan elemen hingga digunakan dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis distribusi tegangan *von mises*, tegangan longitudinal, dan tegangan *hoop* transport tank pada saat kondisi kosong dan beroperasi.
2. Mampu melakukan perbandingan antara hasil simulasi dan hasil analitis (*hand calculation*) pada kedua kondisi tersebut.
3. Mampu mengetahui prediksi umur kelelahan (*fatigue-life*) dan faktor keamanan pada *transport tank*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengetahuan untuk mengetahui hasil tegangan (*stress*) *transport tank* pada saat kondisi yang berbeda.
2. Memastikan keamanan desain dan umur fatik pada *transport tank*.
3. Menyajikan perspektif yang segar bagi mahasiswa dalam memahami konsep analisis menggunakan metode elemen terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A.K. dkk. (2021) Desain dan Analisis Kekuatan Tangki Fire Water Storage Tank Tipe Fix Cone Roff Kapasitas 1500 KL dengan Perhitungan Aktual dan Simulasi Software. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa Universitas Gunadarma. No. 1 vol. 26 thn. April 2021.
- Ahmad, F.Z. (2015) Analisa Fatigue-life Propeller Tugboat Ari 400 HP menggunakan Metode Elemen Hingga Universitas Diponegoro. No. 1 Vo. 3 thn. Januari 2015
- Alkafila, M.K (2018) Analisis Ketahanan Fatik Sambungan Las pada Rangka Bogi Light Rapid Transit (LRT) menggunakan Metode Elemen Hingga. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Amalia, I.W. (2020) Analisis Fatigue-life pada Poros Kapal TB. 27 M menggunakan Metode Elemen Hingga Institut Teknologi Kalimantan. No. 2 Vol. 10 thn. November 2020 ISSN: 2088-6225
- Alamsyah, (2021) Analisa Fatigue-life Kontruksi Geladak pada Kapal Landing Crafy Tank menggunakan Metode Elemen Hingga Institut Teknologi Kalimantan. No. 1 Vol. 10 ISSN: 2301-6663
- Aswin, dkk. (2022) Perancangan dan Analisis Tegangan Pressure Vessel Horizontal Separator dengan Metode Elemen Hingga Universitas Mercu Buana. No. 2 Vol. 7 Page. 83-97 thn. Desember 2022.
- Arif, M. (2019) Analisa Fatigue pada Rangka Sepeda Trandem dengan Mennggunakan Metode Elemen Hingga Institut Teknologi Sepuluh Nopember. No. 1 Vol. 8 ISSN: 2337-3539
- ASME BPVC XII. (2019) Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks. An International Code Two Park Avenue: New York.
- ASME BPVC sec II Materials, (2015) Part A: ferrous material specifications (SA-451 to End). The American Society of Mechanical Engineers.
- ASME sec VIII Div. I, (2019 Edition) Rules for Construction and Design of Transport Tanks. An International Code Two Park Avenue: New York.
- Benjamin, G.T. (2015) Analisa Kelelahan Velg Racing Avansa Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga Universitas Pattimura. ARIKA No. 1 Vol. 09 thn. Februari 2015 ISSN: 1978-1105

- Callister Jr, W. D., & Rethwisch, D. G. (2008) *Materials Science and Engineering - An Introduction* 8th Edition.
- Clifford Matthews, (2001) *ASME Engineer's Data Book Engineering Management*. ISBN: 0791802299
- Dieter, George E., (1992) *Metalurgi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketiga, alih Bahasa oleh Sriati Djafrie, Erlangga, Jakarta.
- D.G. Lockhande & Dr. D. V. Bhope (2014) *Stress Analysis of Rectangular Boxes Using Finite Element Method*. *Journal of Engineering Research and Applications IJERA Mechanical Engineering Department Rajiv Gandhi College of Engineering Research and Technology*. Issue 4 (Version). Vol 4. ISSN: 2248-9622.
- Gunawan, Y., Endriatno, N. dan Anggara, B.H. (2017) 'Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Dan Baja Karbon Tinggi', *Enthalpy-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(1), hal 1-12.
- Hendri Chandra, dkk. (2020) *Analisis Tegangan pada Bejana Tekan LPG kapasitas 3 kg dengan bantuan software Abaqus 6.14*. Universitas Sriwijaya. ISBN: 979-587-617-1
- Hanun A.R Cahyono, (2018) *Analisis Fatigue-life pada Slewing Tower Level Luffing Crane Berbasis Metode Elemen Hingga* Institut Teknologi Sepuluh Nopember. No. 2 Vol. 7 ISSN: 2337-3539
- Lasinta A.N.W. (2020) *Pengaruh Beban terhadap Prediksi Umur Fatik Dudukan (Bracket) AC Outdoor menggunakan Metode Elemen Hingga*. *Jurnal CRANKSHAFT Universitas Sebelas Maret*. No. 1 vol. 3 thn. Maret 2020 ISSN: 2632-0720
- Lasinta A.N.W. (2020) *Prediksi Umur Fatik Struktur Crane Kapasitas 10 Ton menggunakan Metode Elemen Hingga*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret*. No. 1 vol. 21 hal. 18-24
- Megyesy, Eugene F. (2008) *Pressure Vessel Handbook*. PV Publishing. Inc, Professional Publishing. USA
- Mardhi, A. dan Himawan, R. (2011) *Estimasi umur fatik menggunakan pembebanan*, *Sigma Epsilon*, 15(1), hal. 31-38.
- Moss, D. (2004) *Pressure Vessel Design Manual*. 3rd edn.
- Nurhayati dan T.R Wijaya (2020) *Kekuatan dan Umur Fatik Struktur Penopang Jaw Crusher dengan Metode Elemen Hingga*. *Jurnal INFRAS Institut Sains dan Teknologi Nasional*. No. 1 vol. 5 hal. 1-5.

- Praspa, Sandi (2010) Analisis hasil perencanaan ulang bejana tekan jenis separator 3-phase pada kilang onshore. UPN Veteran Jakarta. Jakarta.
- Pratowo, B., Surya. Dan Witoni (2019) Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 dengan Tipe Rotary Bending, Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, 7, hal. 28-37.
- Riki Effendi (2014) Optimasi Kekuatan Horizontal Pressure Vessel Menggunakan Analisis Elemen Hingga Universitas Muhammadiyah. Thn. November 2014 ISSN: 2407 – 1846
- Shigley, dkk (1996) Standard Handbook Of Machine Design. McGraw-Hill Companies.
- Silvia, U.A.L. dkk. (2021) Studi Kekuatan Pressure Vessel dengan Material SA-106 Grade B dan SA-516 Gr.70 Menggunakan Metode Elemen Hingga Politeknik Negeri Batam. No. 2 Vol. 3 ISSN: 2685 – 4910
- Wijaya, (2019) Kekuatan dan Umur Fatik pada Struktur Penompang Jaw Crusher dengan Metode Elemen Hingga Institut Sains dan Teknologi Nasional. No. 1 Vol. 5. doi: 10.35814/infrastruktur.v5i1.616
- Zhao, P.C. dkk. (2018) Very High-Cycle Fatigue Behaviour of Ti-6Al-4V Alloy Under Corrosive Environment, Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, 41(4), hal 881-89.