

SKRIPSI

ANALISIS TEGANGAN PADA DINDING WATER PRESSURE TANK MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



ALEXANDER NAPITUPULU

03121005080

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEGANGAN PADA DINDING WATER
PRESSURE TANK MENGGUNAKAN AUTODESK
INVENTOR**

SKRIPSI

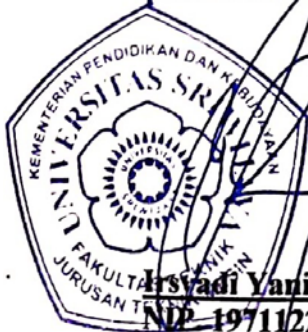
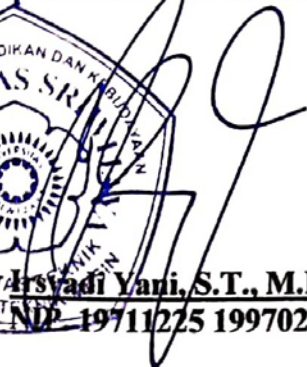
Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

ALEXANDER NAPITUPULU
03121005080


Indralaya, Juli 2019

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Indralaya (OI) Telp./ Fax. (0711) 580272

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alexander Napitupulu

NIM : 03121005080

Judul : Analisis Tegangan Pada Dinding *Water Pressure Tank* Menggunakan
Autodesk Inventor

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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2019

Pembimbing,

Irsyadi Yari, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIRK 0711225 199702 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Alexander Napitupulu
NIM : 03121005080
Judul : Analisis Tegangan Pada Dinding *Water Pressure Tank*
Menggunakan *Autodesk Inventor*

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

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

Indralaya, Juli 2019

Penulis



Alexander Napitupulu
NIM. 03121005080

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini diberi Judul **“Analisis Tegangan Pada Dinding *Water Pressure Tank* Menggunakan *Autodesk Inventor*”** disusun untuk dapat melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan dan arahan dari berbagai pihak, baik berupa doa, materi, informasi maupun dari segi administrasi, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus.
2. Bapak saya R. Napitupulu dan Ibu saya R. Sibarani yang selalu memberikan perhatian, semangat, doa maupun materil sehingga skripsi ini selesai. Tuhan memberkati.
3. Abang dan kakak saya yang secara penuh mendukung baik doa maupun materil dalam penulisan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku rektor Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan selaku dosen pembimbing skripsi.
6. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Staff karyawan dan Teknisi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin *“solidarity forever”*, terutama Teknik Mesin angkatan 2012.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini baik dari segi pembuatannya maupun dari segi penyajiannya. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| RINGKASAN | iv |
| SUMMARY | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR SIMBOL | |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1.Latar Belakang | 1 |
| 1.2 .Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1.Bejana Air | 4 |
| 2.2.Jenis – Jenis Bejana Air | 5 |
| 2.2.1. Posisi Horizontal | 5 |
| 2.2.2. Posisi Vertikal | 6 |
| 2.3. Komponen – komponen Bejana Air | 6 |
| 2.3.1. <i>Head</i> (Kepala Bejana Air) | 6 |
| 2.3.2. <i>Shell</i> (Dinding Bejana Air) | 7 |
| 2.3.3. <i>Manhole</i> | 8 |
| 2.3.4. <i>Support</i> (Penyangga) | 8 |
| 2.3.5. <i>Nozzle</i> | 10 |
| 2.4. Tekanan Pada Bejana Air | 10 |
| 2.5. Ketebalan <i>Shell</i> | 11 |
| 2.6. Tegangan Pada Bejana Air | 12 |
| 2.6.1. Tegangan <i>Longitudinal</i> | 12 |
| 2.6.2. Tegangan Tangensial | 14 |
| 2.7. Regangan (<i>Strain</i>) | 15 |
| 2.8. Faktor Keamanan | 15 |
| 2.9. Teori Kegagalan | 16 |

| | |
|--|----|
| 2.9.1. Teori Tegangan Normal Maksimum | 16 |
| 2.9.2. Teori Tegangan Geser Maksimum | 17 |
| 2.9.3. Teori Von Misses | 17 |
| 2.10. Metode Elemen Hingga | 18 |
| 2.11. Pengenalan Program <i>Autodesk Inventor Profesional 2016</i> | 21 |

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1. Diagram Alir Penelitian | 22 |
| 3.2. Diagram Alir Evaluasi Data dengan Perangkat Lunak Berbasis Elemen Hingga | 23 |
| 3.3. Pengumpulan Data | 25 |
| 3.4. Data – data Operasi | 25 |
| 3.5. Penggambaran Geometri | 26 |
| 3.6. Simulasi | 26 |
| 3.7. Hasil Yang Diharapkan | 27 |

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1. Data Bejana Air | 29 |
| 4.1.1. Data Material | 29 |
| 4.2. Analisis Bejana Air Menggunakan Software Autodesk Inventor 2016 | 30 |
| 4.2.1. Type Analysis | 30 |
| 4.2.2. Material | 31 |
| 4.2.3. Kondisi Batas | 31 |
| 4.2.4. Meshing | 31 |
| 4.2.5. Run Simulation | 31 |
| 4.2.6. Hasil Simulasi | 32 |
| 4.2.6.1. Displacement | 32 |
| 4.2.6.1.1. Displacement Komponen X | 33 |
| 4.2.6.1.2. DisplacementKomponen Y | 35 |
| 4.2.6.1.3. Displacement Komponen Z | 37 |
| 4.2.6.2. Stress (Tegangan) | 39 |
| 4.2.6.2.1. Stress Komponen XX | 40 |
| 4.2.6.2.2. Stress Komponen XY | 42 |
| 4.2.6.2.3. SterssKomponen YY | 43 |
| 4.2.6.2.4. Stress Komponen YZ | 45 |
| 4.2.6.2.5. Stress Komponen ZX | 46 |
| 4.2.6.2.6. Stress Komponen ZZ | 48 |

| | |
|---|----|
| 4.2.6.3. Strain (Regangan) | 49 |
| 4.2.6.3.1. Strain Komponen XX | 51 |
| 4.2.6.3.2. Strain Komponen XY | 53 |
| 4.2.6.3.3. Strain Komponen YY | 54 |
| 4.2.6.3.4. Strain Komponen YZ | 56 |
| 4.2.6.3.5. Strain Komponen ZX | 57 |
| 4.2.6.3.6. Strain Komponen ZZ | 59 |
| 4.3. Hasil Analitik | 60 |
| 4.3.1. Tegangan Kombinasi Von Misses | 62 |
| 4.3.2. Perbandingan Hasil Simulasi Dan Hasil Analitik | 62 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 65 |
| 5.2. Saran | 66 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | Halaman |
|------|--|---------|
| 2.1 | Bejana Posisi Horizontal | 5 |
| 2.2 | Bejana Posisi Vertikal | 6 |
| 2.3 | Kepala Bejana Air | 7 |
| 2.4 | Dinding Bejana Air | 7 |
| 2.5 | Manhole | 8 |
| 2.6 | Support untuk Bejana Vertikal | 9 |
| 2.7 | Saddle Support | 9 |
| 2.8 | Diagram Tekanan Hidrostatik | 11 |
| 2.9 | Tegangan Pada Bejana Dinding Tipis | 12 |
| 2.10 | Tegangan Longitudinal dan Tekanan Dalam | 13 |
| 2.11 | Tegangan Tangensial | 14 |
| 2.12 | Tegangan Equivalen (von Mises) | 18 |
| 2.13 | Jenis Elemen Tiga Dimensi Sederhana | 19 |
| 2.14 | Proses Meshing Menggunakan Elemen- Elemen Hingga | 20 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 24 |
| 3.2 | Diagram Alir Evaluasi Data dengan Perangkat Lunak Berbasis Elemen Hingga | 25 |
| 3.3 | Bejana Air 3D | 27 |
| 4.1 | Part Bejana Air | 30 |
| 4.2 | Displacement Magnitude | 32 |
| 4.3 | Displacement Magnitude Maksimum | 33 |
| 4.4 | Displacement Magnitude Minimum | 33 |
| 4.5 | Displacement Komponen X | 34 |
| 4.6 | Displacement Komponen X Maksimum | 34 |
| 4.7 | Displacement Komponen X Minimum | 35 |
| 4.8 | Displacement Komponen Y | 35 |
| 4.9 | Displacement Komponen Y Maksimum | 36 |
| 4.10 | Displacement Komponen Y Minimum | 37 |
| 4.11 | Displacement Komponen Z | 37 |
| 4.12 | Displacement Komponen Z Maksimum | 38 |
| 4.13 | Displacement Komponen Z Minimum | 38 |
| 4.14 | Stress Von Mises | 39 |

| | | |
|------|-----------------------------|----|
| 4.15 | Stress Von Misses Maksimum | 39 |
| 4.16 | Stress Von Misses Minimum | 40 |
| 4.17 | Stress Komponen XX | 40 |
| 4.18 | Stress Komponen XX Maksimum | 41 |
| 4.19 | Stress Komponen XX Minimum | 41 |
| 4.20 | Stress Komponen XY | 42 |
| 4.21 | Stress Komponen XY Maksimum | 42 |
| 4.22 | Stress Komponen XY Minimum | 43 |
| 4.23 | Stress Komponen YY | 43 |
| 4.24 | Stress Komponen YY Maksimum | 44 |
| 4.25 | Stress Komponen YY Minimum | 44 |
| 4.26 | Stress Komponen YZ | 45 |
| 4.27 | Stress Komponen YZ Maksimum | 45 |
| 4.28 | Stress Komponen YZ Minimum | 46 |
| 4.29 | Stress Komponen ZX | 47 |
| 4.30 | Stress Komponen ZX Maksimum | 47 |
| 4.31 | Stress Komponen ZX Minimum | 47 |
| 4.32 | Stress Komponen ZZ | 48 |
| 4.33 | Stress Komponen ZZ Maksimum | 48 |
| 4.34 | Stress Komponen ZZ Minimum | 48 |
| 4.35 | Strain Von Misses | 50 |
| 4.36 | Strain Von Misses Maksimum | 50 |
| 4.37 | Strain Von Misses Minimum | 51 |
| 4.38 | Strain Komponen XX | 51 |
| 4.39 | Strain Komponen XX Maksimum | 52 |
| 4.40 | Strain Komponen XX Minimum | 52 |
| 4.41 | Strain Komponen XY | 53 |
| 4.42 | Strain Komponen XY Maksimum | 53 |
| 4.43 | Strain Komponen XY Minimum | 54 |
| 4.44 | Strain Komponen YY | 54 |
| 4.45 | Strain Komponen YY Maksimum | 55 |
| 4.46 | Strain Komponen YY Minimum | 55 |
| 4.47 | Strain Komponen YZ | 56 |
| 4.48 | Strain Komponen YZ Maksimum | 56 |
| 4.49 | Strain Komponen YZ Minimum | 57 |
| 4.50 | StrainKomponen ZX | 57 |
| 4.51 | Strain Komponen ZX Maksimum | 58 |

| | | |
|------|-----------------------------|----|
| 4.52 | Strain Komponen ZX Minimum | 58 |
| 4.53 | Strain Komponen ZZ | 59 |
| 4.54 | Strain Komponen ZZ Maksimum | 59 |
| 4.55 | Strain Komponen ZZ Minimum | 59 |

DAFTAR NOTASI

| Simbol | Arti | Satuan |
|----------------|----------------------------------|-----------------|
| p | Tekanan | N/mm^2 |
| r | Jari-jari | mm |
| t | Tebal Dinding | mm |
| h | Tinggi <i>Head</i> | mm |
| E | <i>Modulus Elastisitas</i> | psi |
| μ | <i>poison ratio</i> | - |
| ε | Regangan | % |
| ΔL | <i>Displacement</i> yang terjadi | mm |
| L | Panjang mula-mula | mm |
| σ_l | Tegangan <i>Longitudional</i> | mm |
| σ_t | Tegangan <i>Tangensial</i> | N/mm^2 |
| σ_r | Tegangan <i>Radial</i> | N/mm^2 |
| σ_{max} | Tegangan <i>Maksimum</i> | N/mm^2 |
| N | Faktor Keamanan | - |
| A | Luas Lingkaran | mm^2 |
| R_t | <i>Radius Tangensial</i> | mm |
| R_L | <i>Radius Longitudional</i> | mm |

SUMMARY

ANALYSIS STRESS OF SHELL WATER PRESSURE TANK USING AUTODESK INVENTOR

Scientific Paper in the form of Skripsi, July 2019

Alexander Napitupulu by Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

xii + 62 pages, 3 Table, 72 Picture, 10 attachment

Water pressure tank is one example of storage tank. Water pressure tank is a vessel that used as a water reservoir and designed close with internal pressure or equal to atmospheric pressure. The pressure generated by the water in water pressure tank causes stress on the shell. Analysis of the stress distribution on the water pressure tank help to know the greatest location of stress value on the shell that used Stainless Steel 455 r. The analysis was performed using Autodesk Inventor 2016 based on finite element method. Work pressure that occurs in the water pressure tank is 5 Bar = 0,5 N / mm².

Simulation using Autodesk Inventor 2016 obtained the maximum stress is 89.9868 N/mm² that occurs extension shell with bottom water pressure tank and located at node 2065, while the minimum stress is 0.000258 N/mm² that occurs in bolts opening manhole and located at 9632. Maximum stress xx component that occurs at the center shell is 94,1957 N/mm² and located at node 360, while minimum stress xx component that occurs extension shell with bottom is -104,483 N/mm² and located at node 2065. The maximum stress value of xy component that occurs in the lower shell is 24,2864 N/mm² and located at node 4198, while the minimum stress xy component occurs in the lower shell is -31.0564 N/mm² located at node 4998. The maximum stress yy component occurs extension shell with the bottom is 79.0904 N/mm² and located at node 360, while the minimum stress yy component occurs on the foot is -65.3581 N/mm² and located at node 5945. Maximum stress yz component occurs at the lower of the bottom is 23,7703 N/mm² and located at node 6174, while minimum stress yz component occurs at bottom shell is -32,8837 N/mm² and located at node 4998. Maximum stress zx component occurs extension shell with the bottom is 18.75391 N/mm² and located at node 364, while the minimum stress zx component occurs extension shell with an exit nozzle is -19.909 N/mm² and located at node 622. The maximum stress zz component occurs in the output nozzle section is 75.5509 N/mm² and located at node 1817, while the minimum stress zz component is -66.9574 N/mm² and located at node 1833. The stress values are still below the allowable limit of 713 N/mm².

The maximum strain occurs extension shell and the bottom is 0.000584915 mm/mm and is located at 2065 node, while the minimum strain located at the manhole opening is 1.67e-009 mm/mm and located at 9632 node. The maximum strain xx component occurs in output nozzle is 0.000282409 mm/mm and located at node 575, while the minimum strain xx component occurs extension shell and the bottom is -0,000447671 mm/mm and located at node 2065. The maximum strain xy component occurs the lower shell is 0.000157862 mm/mm and located at

node 4198, while the minimum strain xy component occurs on the lower shell is -0.00021866 mm/mm and located at node 4998. The maximum strain yy component occurs in the footwear is 0.000287267 mm/mm and located at node 5946, while the minimum strain yy component occurs extension shell and output nozzle is 0.000129409 mm/mm and located at node 622. The maximum strain yz component occurs the lower bottom is 0.000153358 mm/mm and located at 6174 node, while the minimum strain yz component occurs on the lower shell is 0.000213744 mm/mm and located at 4998 node. The maximum strain zx component occurs extension shell and the bottom is 0.000120994 mm/mm and is located at node 364, while the minimum strain zx is 0.000129409 mm/mm and located at node 622. The maximum strain zz component occurs in output nozzle is 0.000290012 mm/mm and is located at node 1833, while the minimum strain zz component occurs in output nozzle is 0.000240791 mm/mm and located on node 1817.

The maximum displacement that occurs in output nozzle is 2.73968 mm and is located at node 35, while the minimum displacement occurring extension foot and wearfoot is 0.108137 mm and located at node 5842. The maximum displacement x component occurs at output nozzle is 0.1315219 mm and is located at node 19, while the minimum displacement x component of input nozzle is -0.0656911 mm and located at node 2. The maximum displacement y component occurs on the upper shell is 0.122911 mm and located at node 910, while the minimum displacement y component is -0.268826 mm and located at node 661. Maximum displacement z component is 0.000380466 mm and located at node 5947, while the minimum displacement z component occurs in output nozzle is -1.3677 mm and is located at node 35.

Keywords: Water Pressure Tank, Stainless Steel 455 r, Voltage Analysis, Finite Element Method, Autodesk Inventor 2016.

RINGKASAN

ANALISIS TEGANGAN PADA DINDING *WATER PRESSURE TANK* MENGGUNAKAN *AUTODESK INVENTOR*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juli 2019

Alexander Napitupulu Dibimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

Halaman xii + 62 Halaman, 3 Tabel, 72 Gambar, 10 Lampiran

Water pressure tank merupakan salah satu contoh dari tangki penampungan (*storage tank*). Bejana air adalah suatu wadah yang berfungsi sebagai penampung air yang dirancang untuk beroperasi dengan tekanan internal yang mendekati atau sama dengan tekanan atmosfer (*atmosferik*). Tekanan yang dihasilkan oleh air yang berada didalam *water pressure tank* tersebut menimbulkan tegangan pada dinding bejana. Analisis distribusi tegangan pada *water pressure tank* perlu dilakukan untuk mengetahui letak daerah dengan nilai tegangan paling besar yang terjadi pada komponen dinding *water pressure tank* dengan material yang dipakai adalah *Stainless Steel 455 r*. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2016* berbasis metode elemen hingga. Tekanan kerja yang terjadi pada *water pressure tank* adalah sebesar 5 Bar = 0,5 N/mm².

Pada hasil simulasi menggunakan *Autodesk Inventor 2016* didapat nilai tegangan maksimum sebesar 89,9868 N/mm² yang terjadi pada sambungan antara dinding dengan *bottom water pressure tank* dan terletak pada node 2065, sedangkan nilai tegangan minimum sebesar 0,000258 N/mm² yang terjadi pada baut pembuka *manhole* dan terletak pada 9632. Nilai maksimum *stress* komponen xx terjadi pada bagian tengah dinding *water pressure tank* adalah sebesar 94,1957 N/mm² dan terletak pada node 360, sedangkan nilai minimum *stress* komponen xx terjadi pada bagian sambungan dinding dengan *bottom* sebesar -104,483 N/mm² dan terletak pada node 2065. Nilai maksimum *stress* komponen xy terjadi pada dinding bagian bawah sebesar 24,2864 N/mm² dan terletak pada node 4198, sedangkan nilai minimum *stress* komponen xy terjadi pada *shell* bagian bawah sebesar -31,0564 N/mm² terletak pada node 4998. Nilai maksimum *stress* komponen yy terjadi pada bagian sambungan antara dinding dengan *bottom* sebesar 79,0904 N/mm² dan terletak pada node 360, sedangkan nilai minimum *stress* komponen yy terjadi pada bagian alas kaki *water pressure tank* sebesar -65,3581 dan terletak pada node 5945. Nilai maksimum *stress* komponen yz terjadi pada bagian bawah *bottom* adalah sebesar 23,7703 N/mm² dan terletak pada node 6174, sedangkan nilai minimum *stress* komponen yz terjadi pada dinding bagian bawah adalah sebesar -32,8837 N/mm² dan terletak pada node 4998. Nilai maksimum *stress* komponen zx terjadi pada sambungan antara dinding dengan *bottom* adalah sebesar 18,75391 N/mm² dan terletak pada node 364, sedangkan nilai minimum *stress* komponen zx terjadi pada sambungan antara dinding dengan *nozzle* keluar adalah sebesar -19,909 N/mm² dan terletak pada node 622. Nilai maksimum *stress* komponen zz terjadi pada bagian *nozzle* keluar adalah sebesar 75,5509 N/mm² dan terletak pada node 1817, sedangkan nilai minimum *stress*

komponen zz adalah sebesar $-66,9574 \text{ N/mm}^2$ dan terletak pada node 1833. Nilai tegangan tersebut masih dibawah batas tegangan yang diijinkan yakni sebesar 713 N/mm^2 .

Nilai regangan maksimum terjadi pada sambungan antara dinding dengan *bottom* adalah sebesar $0,000584915 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 2065, sedangkan nilai regangan minimum terletak pada ujung baut pembuka *manhole* adalah sebesar $1,67\text{e-}009 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 9632. Nilai regangan maksimum pada komponen xx terjadi pada bagian *nozzle* keluar adalah sebesar $0,000282409 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 575, sedangkan nilai regangan minimum komponen xx terjadi pada sambungan antara dinding dengan *bottom* adalah sebesar $-0,000447671 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 2065. Nilai regangan maksimum komponen xy terjadi pada dinding bagian bawah adalah sebesar $0,000157862 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 4198, sedangkan nilai regangan minimum komponen xy terjadi pada dinding bagian bawah adalah sebesar $-0,00021866 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 4998. Nilai regangan maksimum komponen yy terjadi pada bagian alas kaki adalah sebesar $0,000287267 \text{ mm/mm}$ dan terjadi pada node 5946, sedangkan nilai regangan minimum komponen yy terjadi pada sambungan antara dinding dengan *nozzle* keluar adalah sebesar $0,000129409 \text{ mm/mm}$ dan terjadi pada node 622. Nilai regangan maksimum komponen yz terjadi pada *bottom* bagian bawah adalah sebesar $0,000153358 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 6174, sedangkan nilai regangan minimum komponen yz terjadi pada dinding bagian bawah adalah sebesar $0,000213744 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 4998. Nilai regangan maksimum komponen zx terjadi pada sambungan antara dinding dengan *bottom* adalah sebesar $0,000120994 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 364, sedangkan nilai regangan minimum komponen zx adalah sebesar $0,000129409$ dan terjadi pada node 622. Nilai regangan maksimum komponen zz terjadi pada bagian *nozzle* keluar adalah sebesar $0,000290012 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 1833, sedangkan nilai regangan minimum komponen zz terjadi pada *nozzle* keluar adalah sebesar $0,000240791 \text{ mm/mm}$ dan terletak pada node 1817.

Nilai *displacement* maksimum yang terjadi pada *nozzle* keluar adalah sebesar $2,73968 \text{ mm}$ dan terletak pada node 35, sedangkan *displacement* minimum terjadi pada sambungan antara kaki dengan alas adalah sebesar $0,108137 \text{ mm}$ dan terletak pada node 5842. Nilai maksimum *displacement* komponen x terjadi pada *nozzle* keluar adalah sebesar $0,1315219 \text{ mm}$ dan terletak pada node 19, sedangkan nilai minimum *displacement* komponen x terjadi *nozzle* masuk adalah sebesar $-0,0656911 \text{ mm}$ dan terletak pada node 2. Nilai maksimum *displacement* komponen y terjadi pada dinding bagian atas adalah sebesar $0,122911 \text{ mm}$ dan terletak pada node 910, sedangkan nilai minimum *displacement* komponen y adalah sebesar $-0,268826 \text{ mm}$ dan terletak pada node 661. Nilai maksimum *displacement* komponen z terjadi pada alas kaki *water pressure tank* adalah sebesar $0,000380466 \text{ mm}$ dan terletak pada node 5947, sedangkan nilai minimum *displacement* komponen z terjadi pada *nozzle* keluar adalah sebesar $-1,3677 \text{ mm}$ dan terletak pada node 35.

Kata Kunci: *Water Pressure Tank, Stainless Steel 455 r, Analisis Tegangan, Metode Elemen Hingga, Autodesk Inventor 2016*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Water pressure tank merupakan salah satu contoh dari tangki penampungan (*storage tank*). *Water pressure tank* adalah suatu wadah yang berfungsi sebagai penampung air yang dirancang untuk beroperasi dengan tekanan internal yang mendekati atau sama dengan tekanan atmosfer (*atmosferik*). *Water pressure tank* biasanya terbuat dari *carbon steel*, *alloy steel*, atau logam lainnya tergantung penggunaannya. Selain itu, terdapat beberapa *water pressure tank* yang terbuat dari bahan non logam seperti dari plastik. *Water pressure tank* pada umumnya dibuat dengan dilas. Namun, ada juga beberapa bejana air yang terbuat menggunakan baut dan paku keling (*rivet*).

Dalam analisis *water pressure tank*, ada hal yang harus diperhatikan seperti: berat jenis fluida yang di tampung, tekanan terhadap dinding bejana yang diakibatkan oleh air, tegangan yang muncul pada dinding *water pressure tank* tersebut. Analisis tegangan yang terjadi pada *water pressure tank* sangat membantu kita mengetahui letak daerah kritis pada *water pressure tank* dan membantu kita dalam menentukan tebal dinding *water pressure tank* yang sesuai, karena ketebalan dinding *water pressure tank* sangat mempengaruhi kelayakan suatu bejana *water pressure tank*. Selain itu, analisis tegangan yang dilakukan pada suatu *water pressure tank* juga membantu kita dalam hal memperbesar atau menambah kapasitas bejana sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Untuk hasil yang tepat dan memuaskan, analisis tegangan yang terjadi pada *water pressure tank* juga dapat dilakukan dengan bantuan software *autodesk* yang berbasis metode elemen hingga.

Sekarang telah banyak dikembangkan ilmu rekayasa dalam ilmu elemen hingga yang menyatukan ilmu matematika, teknik dan komputer sehingga menghasilkan perangkat lunak, salah satunya *autodesk inventor*. Pengujian karakteristik secara eksperimental di laboratorium memerlukan biaya yang tidak

sedikit untuk itu diperlukan bantuan perangkat lunak yang mampu menganalisis karakteristik suatu model. Dengan bantuan perangkat lunak, desain pendekatan untuk pembuatan suatu produk dapat dikontrol dengan baik sehingga diharapkan kualitas hasil produk akan lebih baik. *Software autodesk* merupakan perangkat lunak yang menggunakan pendekatan metode elemen hingga/FEM (*Finite Element Method*). Pendekatan FEM yang terdapat pada *software autodesk inventor* dalam menganalisis digunakan untuk mengetahui distribusi tegangan pada *water pressure tank*. Hasil analisis kekuatan bejana air berupa tegangan *von mises*, *displacement*, daerah tegangan kritis akibat pembebanan yang terlalu tinggi dapat diketahui letak/ posisinya, sehingga dapat menjadi acuan dalam memperbesar ataupun menambah kapasitas *water pressure tank* yang sudah ada sesuai dengan yang diinginkan.

Analisis tegangan yang baik berdasarkan standar yang telah ditentukan serta pendekatan secara analitis dengan *software autodesk inventor* diharapkan mampu memberikan analisis tegangan perancangan *water pressure tank* yang mendekati tegangan yang sesuai pada kenyataan. Perancangan dan analisis struktur menggunakan perangkat lunak elemen hingga sudah banyak diminati oleh berbagai industri dikarenakan kehandalan dan kecepatan dalam hal optimasi desain dan analisis. Atas dasar itu penulis termotivasi untuk melakukan penelitian tentang distribusi tegangan yang bekerja pada *water pressure tank* menggunakan perangkat lunak *autodesk inventor*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana distribusi tegangan yang terjadi pada *water pressure tank* yang diakibatkan oleh air di dalam bejana?.
2. Bagaimana analisis menggunakan *software autodesk inventor* dengan metode elemen hingga mampu menghitung besarnya tegangan dan mengetahui daerah kritis pada *water pressure tank* ?

1.3. Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu, maka penulis membatasi penelitian ini pada :

1. Analisis distribusi tegangan yang terjadi pada *shell water pressure tank*.
2. Analisis yang dilakukan adalah analisis tegangan yang diakibatkan tekanan kerja.
3. *Effesiensi joint* las sambungan diasumsikan 100%
4. Analisis tegangan pada *water pressure tank* menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software autodesk inventor* untuk pemodelan dan analisis.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui distribusi tegangan yang terjadi pada dinding *water pressure tank*.
2. Menghitung distribusi tegangan yang terjadi pada *water pressure tank*.
3. Mengetahui daerah kritis pada *water pressure tank*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui distribusi tegangan yang terjadi pada dinding *water presure tank* menggunakan *autodesk inventor*.
2. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa Teknik Mesin khususnya tentang analisis tegangan pada bejana air dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakar, A. 2012. Analisa Perancangan Bejana Tekan (*shell thickness, nozzle neck*) pada *Shell dan Tube Heat Type Exchanger*. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Ball E, Bruce. 2002. *Casti Guidebook to ASME Section VIII Div.1-Pressure third Edition*. Vessel. Catia. Canada.
- Cook, R Davis. 1981. *Consept and Applications of Finite Elemen Analysis*.
- Daud Pinem, Mhd. 2010. *Mekanika Kekuatan Material Lanjut*. Rekayasa Sains, Bandung. Bandung.
- Kutz, Myer. 1998. *Mechanical Engineering Handbook Second Edition*. A Willey-Interscience Publication. Jhon Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Logan, D. L. 2007. *A First Course in the Finite Element Method*. Northwestern University, USA.
- Megyesy, Eugene F. 2008. *PressureVessel Handbook*. PV Publishing, Inc, Oklahoma City. USA.
- Moss, R. Dennis. 2004. *Pressure Vessel Design Manual 3th edition*. Gulf Proffesional Publishing. USA.
- Praspa, Sandi. 2010. *Analisis hasil perencanaan ulang bejana tekan jenis separator 3-phase pada kilang onshore*. UPN Veteran Jakarta. Jakarta.
- Puryadi. 2006. *Analisa kegagalan pada tangki penyimpanan minyak standar API 650*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Satrijo, Djoeli, dkk. 2012. *Jurnal Perancangan dan Analisa Tegangan Pada Bejana Tekan Horizontal Dengan Metode Elemen Hingga*. Rotasi Ejournal Teknik Mesin Undip. Semarang.
- Shigley, Joseph Edward. Mischke, R. 1996. *Standard Handbook of Mechine Design*. McGraw-Hill Companies.
- Supriyanto, Eko. 2012. *Perancangan dan analisa tegangan pada bejana tekan spherical dengan metode elemen hingga*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suratno. 2009. *Analisa tegangan pada ketel uap pabrik tahu berdasarkan standar megyesy dengan bantuan software catia*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Weaver. W.Jr., Johnston, P.R. 1993. *Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur Edisi Kedua*. Eresco. Bandung.

<http://www.idpipe.com/2014/09/memahami-horizontal-pressure-vessel-lebih-dalam.html> diakses 20 Maret 2017

<http://www.whatispiping.com/category/supports> diakses 19 Februari 2017

<http://www.enkotech.com.tr/Otoklav.aspx?MenuID=53> diakses 29 Desember 2017