



TUGAS AKHIR - TF 145565

**PERANCANGAN *PLANT* UJI KEBOCORAN PIPA SEBAGAI
PENUNJANG PRAKTIKUM SISTEM INSTRUMENTASI
INDUSTRI**

**AYOM ADHITAMA
NRP : 1051150000080**

Dosen Pembimbing :

**Detak Yan Pratama, S.T,M.Sc
NIP. 19840101 201212 1**

**Herry Sufyan Hadi, S.T,M.T
NIP. 1988201711056**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN I

“PERANCANGAN PLANT Uji KEBOCORAN PIPA SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM SISTEM INSTRUMENTASI INDUSTRI”

TUGAS AKHIR

Oleh :
AYOM ADHITAMA
NRP.1051150000080

Surabaya, 30 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I



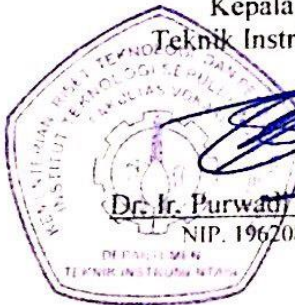
Detak Yan Pratama, S.T., M.Sc
NIP. 19840101 201212 1


Dosen Pembimbing II



Herry Sufyan Hadi, S.T.M.T
NIP. 1988201711056

Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS




Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN II



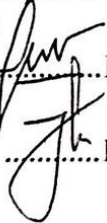
“PERANCANGAN *PLANT* UJI KEBOCORAN PIPA SEBAGAI PENUNJANG PRAKTKUM SISTEM INSTRUMENTASI INDUSTRI”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Program studi D III Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
AYOM ADHITAMA
NRP.1051150000080

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc..........Pembimbing I
2. Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T......Pembimbing II
3. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T,M.Sc......Dosen Penguji

SURABAYA
Juli,2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERANCANGAN *PLANT* UJI KEBOCORAN PIPA
SEBAGAI PENUNJANG PRAKTKUM SISTEM
INSTRUMENTASI INDUSTRI**

Nama : Ayom Adhitama
NRP : 1051 15 00000 080
Departemen : Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Detak Yan Pratama ST, MSc
Herry Sufyan Hadi ST, MT

ABSTRAK

Perlunya pengujian kebocoran pipa dalam bidang industri bertujuan untuk menentukan nilai ketahanan pipa aliran. Nilai standar pada pipa dapat diuji dengan pemberian tekanan yang besar, pengujian ini dilakukan untuk menentukan kebenaran nilai - nilai standar yang telah ditentukan oleh industri pembuatan pipa, dan apakah nilai - nilai standar pipa tersebut telah sesuai atau tidak pada pemberian standar suatu pipa. Acuan pada pembuatan *plant* berdasarkan nilai standar ASME. Metode yang digunakan untuk menguji ketahanan *plant* uji kebocoran pipa diperlukan software *Autocad CFD (computational fluid dynamics)* untuk mengetahui titik kritis nilai tekanan pada desain yang telah dibuat. Dari hasil simulasi sesuai perhitungan dan menggunakan tekanan *max set point* 7 bar didapatkan warna titik kritis pada tangki dan pipa input / output. Dengan tinggi tangki 50cm lebar 20cm dan tebal 5,56 mm dengan pipa diameter 3/4 pada tekanan 5 bar didapatkan hasil nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 5,76 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 45000 mm/s, pada tekanan 6 bar didapatkan hasil dengan nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 6,74 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 90000 mm/s, pada tekanan max 7 bar didapatkan hasil nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 7,56 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 130000mm/s

Kata Kunci : *autocad*, nilai - nilai standar, pipa uji

Halaman ini sengaja dikosongkan

**DESIGN PLANT TEST OF PIPE LEAK SUPPORTING
PRACTICUM INDUSTRIAL INSTRUMENTATION SYSTEM**

Name : **Ayom Adhitama**
NRP : **1051 15 00000 080**
Departemen : **Instrumentation Engineering**
Advisor Lecturer : **Detak Yan Pratama ST, MSc**
Herry Sufyan Hadi ST, MT

ABSTRACT

The necessity of testing of leakage pipes in industry aims to determine the value of resistance of the pipe flow. Standard value in the pipe can be tested with the awarding of a huge pressure, this testing is done to determine the truth values of the standar set by the manufacture of the pipe, and if the values of the corresponding pipe standar or not on the grant of a standar pipe. Reference in the manufacture of plant based on the ASME standard. The methods used to test the durability of the pipe leak test plant needed software Autocad CFD (computational fluid dynamics) to find out the value of the pressure at the critical point of design that has been created. From the results of simulations corresponding calculations and use max pressure set point 7 bar it brings color to a critical point on the tank and the pipe input/output. With a height of 20 cm width 50 cm tank and thick 5, 56mm with 3/4 diameter pipeline at a pressure of 5 bar obtained the result value of the pressure in the tank wall calculator i.e 5.76 bar and the value of the velocity magnitude of 45000 mm/s, at a pressure of 6 bar obtained the results by the value of the pressure in the tank wall calculator i.e 6.74 bar and the value of the velocity magnitude of 90000 mm/s, max pressure 7 bar obtained the result value of the pressure in the tank wall calculator i.e 7.56 bar and the value of the velocity magnitude of 130000 mm/s the word

Keywords: autocad, standard values, test pipe

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “PERANCANGAN *PLANT* UJI KEBOCORAN PIPA SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM SISTEM INSTRUMENTASI INDUSTRI”

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

1. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc selaku kepala departemen teknik instrumenatsi ITS, Surabaya.
2. Bapak Detak Yan Pratama, ST,MSc. selaku dosen pembimbing pertama Tugas Akhir.
3. Bapak Herry Sufyan Hadi , ST,MT selaku dosen pembimbing kedua Tugas Akhir.
4. Keluarga tercinta, orangtua penulis terima kasih atas dorongan semangatnya, bantuan dan dukungannya selama ini sehingga laporan ini dapat selesai dengan baik.
5. Rekan-rekan team tugas akhir uji kebocoran pipa atas kekompakan dan kerjasamanya.
6. Teman-teman D3 teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang membantu dan mensupport selama kegiatan Tugas Akhir berlangsung.
7. Anggota workshop instrumentasi angkatan 2015 yang membantu selama kegiatan Tugas Akhir berlangsung.
8. Seluruh karyawan dan staff Departemen Teknik Instrumentasi yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik lagi untuk di kemudisn hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 30 Juli 2018
Penulis

Ayom Adhitama
NRP. 10 5115 00000 080

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN I	v
LEMBAR PENGESAHAN II	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Pipa.....	4
2.2.1 Standar pipa.....	4
2.2.2 Pemasangan Sensor Pada Pipa.....	5
2.3 jenis – jenis pipa.....	7
2.3.1 Pipa PVC.....	8
2.3.2 Pipa CPVC.....	8
2.3.3 Pipa <i>Acrylic</i>	8
2.3.4 Pipa <i>polipipe</i>	8
2.3.5 Pipa Galvanis.....	9
2.5 <i>Elbow</i>	11
2.6 <i>Flange</i>	12
2.7 Perhitungan dan Penentuan Ukuran Pada Pipa.....	14
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	15
3.1 Peralatan dan Bahan.....	14
3.2 Algoritma Pengerjaan.....	15
3.3 Flowchart Perancangan Alat.....	16
3.4 Perancangan Alat Tugas Akhir.....	17
3.4.1 Perancangan <i>Block Flow</i> Diagram.....	17
3.4.2 Perancangan Proses <i>Flow</i> Diagram.....	18

3.4.3	Perancangan <i>Piping And Instrument Diagram</i>	19
3.5	Faktor Pembuatan Desain Pipa.....	20
3.5.1	Bilangan <i>Reynolds</i>	20
3.5.2	<i>Head Loss Mayor</i>	21
3.5.3	<i>Head Loss Minor</i>	21
3.5	Total <i>Losses</i>	21
3.6	Desain Pipa Pada <i>Plant Uji Kebocoran Pipa</i>	22
3.7	Faktor Pembuatan Tangki Pada <i>Plant Uji Kebocoran Pipa</i>	23
3.7.1	Tegangan <i>Circumferential</i>	23
3.7.2	Tegangan <i>Longitudinal</i>	23
3.7.3	Ketebalan <i>Torisoherical</i>	24
3.7.4	Volume Tangki.....	24
3.7.5	Tekanan <i>Minimum</i> Tangki.....	24
3.8	Desain Tangki Pada <i>Plant Uji Kebocoran Pipa</i>	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Perancangan Alat.....	27
4.2	Pengujian Pada Pipa	27
4.3	Perhitungan Desain Pipa Pada <i>Plant</i>	27
4.3.1	Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i>	27
4.3.2	Perhitunga <i>Head Loss Mayor</i>	28
4.3.3	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i>	29
3.5	Perhitungan Total <i>Losses</i>	29
4.4	Desain Tangki Pada <i>Plant</i>	29
4.4.1	Perhitungan Tegangan <i>Circumferential</i>	30
4.4.2	Perhitungan Tegangan <i>Longitudinal</i>	30
4.4.3	Perhitungan Ketebalan <i>Torisoherical</i>	31
4.4.4	Perhitungan Volume Tangki.....	32
4.4.5	Perhitungan Tekanan Minimum Tangki.....	32
4.5	Desain <i>Plant Uji Kebocoran Pipa Pada Autocad Inventor</i>	33
4.6	Proses Simulasi Autocad CFD	34
4.6.1	Desain dan Proses <i>Plant</i> Yang Disimulasikan.....	34
4.7	Analisa Pada Simulasi Autocad CFD.....	37
4.7.1	Percobaan Simulasi Ke - 1	37
4.7.2	Percobaan Simulasi Ke - 2	38
4.7.3	Percobaan Simulasi Ke - 3	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIOGRAFI	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pemasangan Pada <i>Reduser</i> dan <i>Ekspander</i>	5
Gambar 2.2	Pemasangan Pada <i>Two Elbow in dan out plane</i>	6
Gambar 2.3	Pemasangan <i>Butterfly valve</i>	7
Gambar 2.4	Pipa Galvanis	10
Gambar 2.5	<i>Elbow Flange & Elbow Drat</i>	11
Gambar 2.6	<i>Drat Flange & weldneck Flange</i>	13
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir	16
Gambar 3.2	<i>Block Flow Diagram</i>	17
Gambar 3.3	<i>Proses Flow Diagram</i>	18
Gambar 3.4	<i>Piping And Instrumen Diagram</i>	19
Gambar 3.5	Desain Pipa Pada <i>Plant</i>	22
Gambar 3.6	Desain <i>Slice</i> Pada Pipa	23
Gambar 3.7	Desain Tangki Pada <i>Plant</i>	25
Gambar 4.1	Desain <i>Plant</i> Uji Kebocoran Pipa Pada <i>Autocad inventor</i>	33
Gambar 4.2	Desain <i>Plant</i> Tampak Atas	33
Gambar 4.3	Desain <i>Plant</i> Yang Disimulasikan	34
Gambar 4.4	Desain <i>Plant</i> Disimulasi Pada <i>Autocad CFD</i>	35
Gambar 4.5	Proses <i>Boundary Conditions</i>	35
Gambar 4.6	Proses <i>Initial Conditions</i>	36
Gambar 4.7	Proses <i>Solve</i> Simulasi	36
Gambar 4.8	Proses Simulasi Dengan Pressure 5 Bar	37
Gambar 4.9	Proses Simulasi Dengan Pressure 6 Bar	38
Gambar 4.10	Proses Simulasi Dengan Pressure 7 Bar	39

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Datasheet Pipa Galvanis.....	10
Tabel 2.2 Datasheet Elbow ASME B16.9.....	12
Tabel 2.3 Datasheet ANSI B16.5 Flange	13

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada pembuatan pipa telah ditentukan ukuran dimensi dan komposisi yang telah mengacu pada nilai – nilai standar yang telah ditetapkan. Perbedaan pada suatu ukuran atau dimensi pada pipa juga membedakan karakteristik standar yang ditentukan. Ukuran, kekuatan, dan standar dalam pemasangannya dapat berbeda untuk jenis suatu pipa. Adanya pipa dengan berbagai ukuran dimensi dan kekuatan menghasilkan kinerja yang berbeda. Aliran bertekanan di dalam pipa menuntut kekuatan pada suatu pipa yang memadai. Kekuatan suatu pipa perlu diuji untuk mengetahui kuat tekan dari dalam pipa dari aliran bertekanan dalam pipa. Kekuatan pada suatu pipa sangat penting diketahui.

Pipa merupakan saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas, tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer [1].

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain jalur pipa antara lain standart harus sesuai dengan tujuan jalur pipa dibuat, pemilihan jenis pipa dan material yang digunakan, serta perhitungan dan pemilihan ketebalan pipa harus menjamin jalur pipa dapat dioperasikan secara maksimal dan aman karena permasalahan mendasar bagi jaringan perpipaan yaitu adanya kebocoran sistem atau kehilangan energi [2].

Kegagalan dalam merancang perpipaan dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti adanya kebocoran pada pipa, dan meledaknya pipa bila diberi tekanan yang tinggi. Oleh karena itu, perlu

mengetahui dan mendalami perancangan dan desain pipa agar mendapatkan hasil yang sempurna dan harus memahami tentang perilaku komponen pada pipa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang perancangan pada proses uji kebocoran pipa ?
2. Bagaimana desain pada *Autocad Inventor* ?

1.3. Tujuan

Tujuan utama dari perancangan alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi teknik instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Menghasilkan desain perancangan yang digunakan untuk alat uji tekanan pipa pada *plant* penunjang praktikum sistem instrumentasi industri
2. Untuk mendesain pipa pada *Autocad Inventor*

1.4. Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Perancangan pipa pada perancangan uji tekanan pipa menggunakan *Autocad Inventor*

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.2 Analisis kegagalan pipa besi cor selama uji tekanannya

Analisis kegagalan telah dilakukan untuk menentukan penyebab fraktur pipa besi cor. Kegagalan terjadi ketika saluran pipa, yang sudah terkubur, sedang menjalani uji tekanan. Saluran pipa ini terletak di utara Spanyol, memiliki panjang sekitar 200 km dan menyediakan pasokan air ke populasi sekitar 500.000 orang.

Komponen yang dianalisis adalah pipa besi tuang ulet yang harus sesuai dengan persyaratan yang dikumpulkan dalam UNE-EN 545 [3]. Pipa, yang termasuk kelas K9 [3], memiliki diameter nominal (ND) 1000, sesuai dengan diameter eksternal 1048 mm, dan ketebalan dinding 13,5 mm. Pipa itu terdiri dari 6000 mm membentang panjang yang terhubung melalui sendi push-on. Menurut sertifikasi pabrikan [4], semua pipa dikenai uji tekanan di dalam pabrik mengikuti prosedur yang dikumpulkan dalam UNE-EN 545 [3]. Dalam hal ini, pipa kelas K9 yang memiliki diameter nominal 1000 mm dikenakan, dan harus dipertahankan, tekanan internal maksimum 32 bar (3,2 MPa) [3]. Pipa yang dianalisa di sini telah lulus uji tekanan pabrikan, tetapi ketika dilakukan uji tekanan tambahan sebagai bagian dari keseluruhan pipa, gagal ketika tekanan internal adalah 2,0 MPa.

Kegagalan terjadi selama tes tekanan dilakukan pada seluruh jalur pipa, setelah itu pipa dipasang di tanah, dan ketika tekanan yang diterapkan mencapai 2,0 MPa. Perlu dicatat bahwa setiap pipa peregangan sebelumnya dikenakan uji tekanan awal di dalam pabrik dan, oleh karena itu, bagian pipa yang dianalisis sebelumnya telah bertahan tekanan internal 3,2 MPa tanpa kegagalan [3].

Bahan pipa harus memenuhi persyaratan UNE-EN 545 [3]. Khususnya, untuk pipa-pipa dengan diameter nominal (ND) 1000 mm, kekuatan tarik minimum 420 MPa diperlukan, perpanjangan pada kegagalan dalam uji tarik harus lebih tinggi dari 10%, dan kekerasan Brinell tidak dapat melebihi nilai 230 HB.

Kegagalan pipa besi ulet selama tes tekanan telah dianalisis. Kegagalan ini terjadi ketika tekanan internal yang diterapkan adalah 2,0 MPa, sedangkan setiap peregangan dari pipa sebelumnya telah lulus uji tekanan *inplant* sebesar 3,2 MPa.

Untuk menentukan penyebab kegagalan, inspeksi visual, analisis material dan penilaian fraktur telah dilakukan. Telah diperoleh bahwa retakan dimulai dari bagian tengah peregangan, di mana kerusakan mekanis, kurangnya lapisan dan retakan sekunder telah diamati secara visual. Fitur-fitur ini telah dikaitkan dengan ketukan pada pipa selama transportasi atau instalasi. Juga, analisis material telah mengungkapkan bahwa material tidak memenuhi sifat material (kekuatan tarik, elongasi ke pecah dan kekerasan) yang ditetapkan dalam standar yang sesuai, menghadirkan perilaku yang sangat rapuh.

2.2 Pipa

Pipa adalah media tempat mengalirnya fluida proses dari suatu unit yang satu ke unit lainnya. Secara umum karakteristiknya ditentukan berdasarkan material (bahan) penyusunnya. Ukuran diameter pipa didasarkan pada diameter "Nominal" antara diameter luar (OD) atau diameter dalam (ID). *Tubing* adalah pipa dengan ukuran diameter yang lebih kecil dari pipa, kegunaannya (secara umum) adalah untuk penghubung antara alat ukur dengan pipa proses an dari instrumen ke sistem kontrol. Ukuran standar untuk tubing selalu diameter luar (OD).

2.2.1 Standar Pipa

Ukuran, berat, diameter, schedule, ketebalan, dan toleransi telah distandarkan dari berbagai tipe dan material pipa. Beberapa organisasi dan lembaga telah mengembangkan standar tersebut, misalnya *American Society Of Mechanical Engineer* (ASME/ANSI), *American Petroleum Institute* (API), *American Society of Testing Materials* (ASTM), *Japanese Industrial Standar* (JIS) dan sebagainya. standar dimensi pipa, dimensi dan material pipa diatur menurut standar kode tertentu, antara lain :

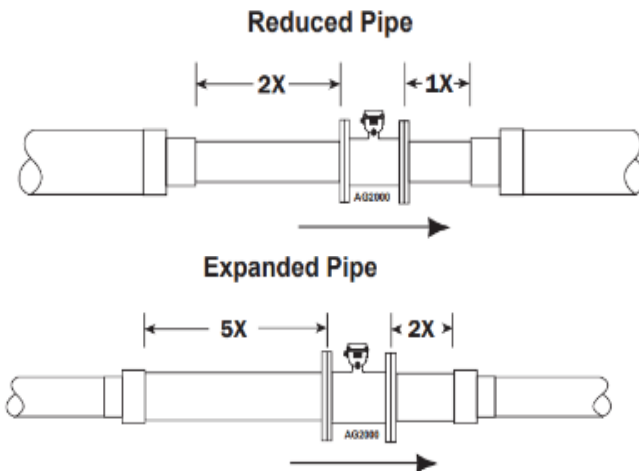
1. ANSI B36.10 mengatur tentang *welded* dan *seamless wrought steel pipe*.
2. ANSI B36.19 mengatur tentang *stainless steel pipe*.
3. ANSI A21.50 dan A21.51 mengatur tentang *ductile iron pipe*.
4. JIS G3452 SGP Tentang pipa *Black & Galvanised stell*

2.2.2 Pemasangan Sensor Pada Pipa

Pemasangan sensor *Flow meter* harus dipasang sesuai dengan standar pemasangan yang benar pada jalur pipa lurus sebelum dan sesudah lokasi pengukur aliran. Pemasangan ini bertujuan untuk menghilangkan sifat – sifat aliran turbulen pada setiap aliran yang melewati pipa. Karena sifat aliran turbulen dapat menjadikan faktor kesalahan pembacaan pada sensor *flow meter*

Berikut ini adalah cara pemasangan standar sensor yang benar :

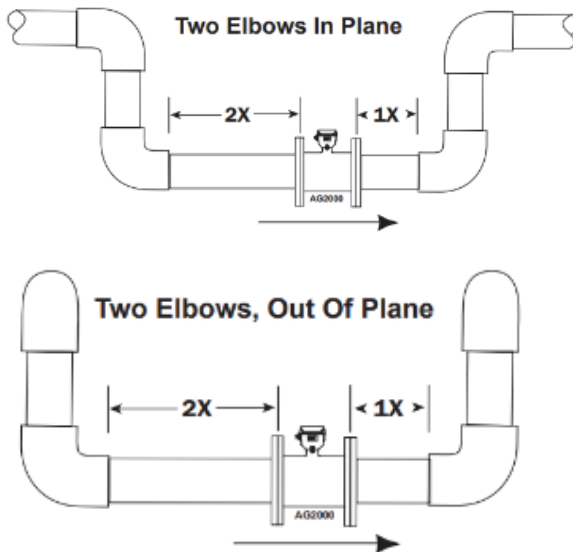
1. Pemasangan pada reduser dan ekspander



Gambar 2.1 Pemasangan Pada *Reduser* dan *Ekspander*

Gambar diatas adalah cara pemasangan untuk instalasi alat ukur aliran pada perpipaan untuk mendapatkan aliran yang stabil pengecilan atau pelebaran diameter di anjurkan untuk memasang alat ukur tepat 2x dari sambungan sebelum, dan 1x pada sambungan sesudah alat ukur jika terjadi pengecilan diameter, sedangkan untuk memasang alat ukur tepat 5x sebelum alat ukur dan 2x sesudah alat ukur jika terjadi pelebaran diameter.

2. Instalasi pada *knee* yang segaris dan tidak segaris

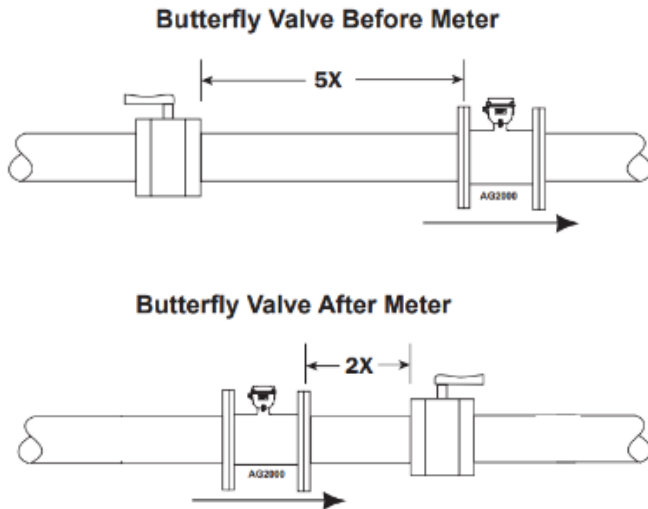


Gambar 2.2 Pemasangan Pada *Two Elbow In* dan *Out Plane*

Gambar diatas adalah cara pemasangan alat ukur aliran pada perpipaan yang pada bagian pipa yang terpasang *knee*, untuk alat ukur yang akan diletakkan diantara 2 sambungan *knee* maka harus mengikuti panduan tersebut untuk aliran yang lebih stabil dan hasil pembacaan dengan akurasi yang akurat. Jarak yang di anjurkan untuk alat ukur yang terletak diantara dua *knee* adalah 2x dari *knee* sebelum alat ukur, dan 1x dari *knee* sesudah alat ukur.

Dengan demikian diharapkan dapat didapatkan hasil pembacaan yang akurat jika panduan telah diikuti dengan baik

3. Instalasi alat ukur dengan katup



Gambar 2.3 Pemasangan *Butterfly Valve*

Gambar diatas adalah cara pemasangan alat ukur dengan sebuah cek *valve*, untuk mendapatkan aliran yang stabil dan hasil ukur dengan akurasi yang maksimal maka pemasangan alat ukur untuk setelah cek *valve* adalah dengan jarak sebesar $5x$, sedangkan untuk pemasangan sesudah cek *valve* adalah dengan jarak $2x$.

2.3 Jenis – Jenis Pipa

Terdapat berbagai macam jenis pipa dan bahan baku pembuatan pipa bermacam-macam. Ada yang terbuat dari bahan baja, fiber glass, alumunium, kuningan, timah tembaga, besi dan beberapa material lainnya. Karena bahan untuk pembuatan pipa dan ukurannya pun beragam, maka setiap jenis pipa digunakan

untuk tujuan yang berbeda. Beberapa diantaranya dimanfaatkan untuk melengkapi sebuah bangunan dan yang lain digunakan untuk kepentingan industri.

2.3.1 Pipa PVC

Pipa plastik yang difungsikan untuk menyalurkan air dalam tekanan tinggi. Ukuran standar pipa ini dimulai dari diameter $\frac{1}{2}$ inch sampai 4 inch. Penggunaan pipa PVC dikhususkan untuk mengalirkan air dingin sehingga penggunaan untuk mengalirkan air panas sangat dilarang karena dapat membuat pipa PVC menjadi pecah dan tidak dapat digunakan. Warna pipa PVC biasanya putih dan abu-abu.

2.3.2 Pipa CPVC

Chlorinated Poly Vinyl Chloride adalah jenis pipa PVC yang pembuatannya mendapat klorinasi tambahan. Tambahan ini yang memungkinkan dinding pipa ini menjadi fleksibel. Klorinasi pada Pipa PVC akan membuat pipa ini dapat mengalirkan air dalam keadaan panas maupun dingin. Dengan diameter luar sama dengan pipa tembaga

2.3.3 Pipa Acrylic

Pipa *acrylic* terbuat dari bahan dasar *Acrylic Polymethyl Methacrylate* (PMMA) merupakan unsur kimia dalam pembuatan Pipa Acrylic yang tentunya memiliki sifat *thermmo* plastik (mencair apabila dipanaskan).

2.3.4 Pipa Polipipe

Pipa *polypipe* difungsikan untuk mengalirkan air dari rumah atau ke dalam rumah dengan tekanan tinggi. Jenis pipa ini tidak bisa diletakan di atas tanah atau menempel pada dinding karena bisa memicu pembekuan. Pemasangan pipa ini harus dilakukan dengan menanamnya dibawah tanah.

2.4 Pipa Galvanis

Adalah sejenis pipa yang dibuat dari besi dan dilapisi oleh pelindung terbuat dari bahan seng. Lapisan tersebut ditujukan untuk melindungi baja dari korosi sehingga penggunaannya lebih awet.

- a. Satuan ukuran menggunakan standar m (meter), ft (kaki), cm, inci, dan milimeter.
- b. Diameter menggunakan standar \emptyset .
- c. Jenis diameter pipa yang umum dikerjakan oleh pembuat pipa: $\emptyset \frac{1}{2}$ “, $\frac{3}{4}$ “, 1”, 1½ “, 2”, 2½”, 3”, 4”, 6”, 8”, 10” dengan panjang 6 m.
- d. Ketebalan pipa memiliki spesifikasi beragam, tergantung pada jenis atau tipe, serta ketebalan dinding pipa yang disebut dengan schedule.
- e. Tipe *schedule* pipa baja galvanis biasa disebut dengan kelas Medium A, Medium B, dan *Non medium*.
- f. Ketebalannya dari mulai 1mm, 1½mm, 2mm, dan seterusnya

Perbedaan *schedule*/ketebalan bisa dilihat dari bobot pipa baja saat diangkat. Jika jenis pipa terasa lebih berat dari yang lain dengan diameter yang sama, berarti pipa tersebut memiliki nomor medium yang lebih besar.

Ukuran tebal dinding pipa menurut beberapa standar adalah sebagai berikut :

1. Standar ANSI atau ASME
No. Schedule : 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160
2. Standar ASTM (*Manufacturer's Weight*)
Schedule STD (standar), XS (*extra strong*), XXS (*double extra strong*)
3. Standar API
Nilai schedule menurut API



Gambar 2.4 Pipa Galvanis

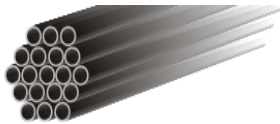
Pipa galvanis memiliki *datasheet* keamanan tekanan *pressure* yang aman sesuai standar berikut adalah *datasheet* pipa galvanis

Tabel 2.1 *Datasheet* Pipa Galvanis JIS G3452 SGP

JIS G3452 SGP

Black And Galvanized Pipe

Nominal Size		Outside Diameter (mm)	Thickness (mm)	Test Pressure	
A	B			Psi	Kg/cm ²
10	3/8"	17.3	2.3	-	-
20	3/4"	27.2	2.8	365	25
25	1"	34	3.2	365	25
32	1 1/4"	42.7	3.5	365	25
40	1 1/2"	48.6	3.5	365	25
50	2"	60.5	3.8	365	25
65	2 1/2"	76.3	4.2	365	25
80	3"	89.1	4.2	365	25
90	3 1/2"	101.6	4.2	365	25
100	4"	114.3	4.5	365	25
125	5"	139.8	4.5	365	25
150	6"	165.2	5.0	365	25



Komposisi Kimia

- * Pospor (p) : 0.04 % max
- * Belerang (s) : 0.04 % max

Sifat Mekanik

- * Tensile Strength : 290 n/mm² Min
- * Elongation : 20% min
- Panjang Standard Pipa = 6000 mm

Toleransi :

- Tebal : + Unlimited
- 10%
- Panjang : ± 2%
- Outside Diamenter
- OD under 50 mm ± 0.5 mm

2.5 Elbow

Elbow adalah jenis fitting yang pertama, *elbow* merupakan komponen pemipaan yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran. *Elbow* bertujuan untuk membelokkan aliran fluida. *Elbow* terdiri dari dua jenis yang paling umum yaitu 45 dan 90 derajat. Untuk memperoleh sudut di selain sudut diatas, *elbow* tersebut di potong. Atau bisa juga dengan menggunakan dua *elbow* yang disatukan untuk memperoleh sudut tertentu.








Gambar 2.5 *Elbow Flange & Elbow Drat*

Elbow pada umumnya memiliki diameter yang sama antara masukan dan keluaran, walaupun ada yang memiliki ukuran berbeda, yang disebut dengan *reducing elbow*. Selain itu, ada satu komponen fitting yang mirip *elbow*, sama sama berfungsi untuk membelokkan aliran, namun di buat dari potongan pipa.

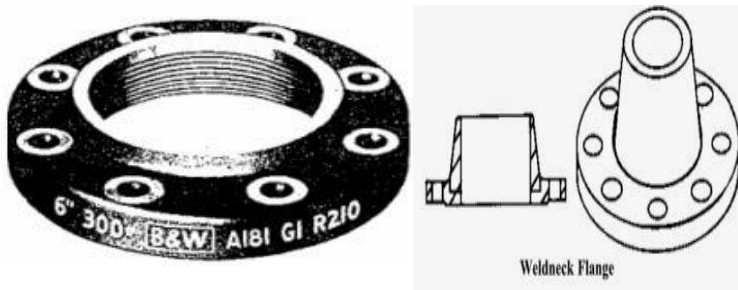
Tabel 2.2 Datasheet Elbow ASME B16.9

Dimensions (based on ASME/ANSI B16.9) and example weights for long radius elbows

Nominal Pipe Size	Common		90° Elbow			45° Elbow		
	OD at Bevel 		Dimension 		40S/STD ¹ 	Dimension 		40S/STD ¹ 
	in	mm	in	mm	kg/piece	in	mm	kg/piece
1/2	0.84	21	1.50	38	0.08	0.62	16	0.04
3/4	1.05	27	1.50	38	0.10	0.75	19	0.05
1	1.32	33	1.50	38	0.15	0.88	22	0.07
1 1/4	1.66	42	1.88	48	0.25	1.00	25	0.12
1 1/2	1.90	48	2.25	57	0.36	1.12	29	0.18
2	2.38	60	3.00	76	0.65	1.38	35	0.32

2.6 Flange

Salah satu jenis sambungan pada sistem perpipaan (pipa dengan pipa/spooling, pipa dengan *valves*, pipa dengan *equipment*) adalah dengan menggunakan *flange*. Sambungan *flange* dibuat dengan cara menyatukan dua buah *flange* dengan menggunakan baut dan mur, serta menyisipkan gasket antara kedua *flange*. Pemilihan material *flange* serta baut dan mur biasanya dilakukan dengan mengacu pada material pipanya. Hal lain yang tidak kalah penting adalah kekuatan dari *flange* yang akan digunakan. Ketahanan dari *flange* terhadap tekanan adalah berbanding terbalik dengan suhu (*pressure-temperature rating*). Makin tinggi suhu makin rendah kemampuan *flange* untuk menahan tekanan. Standar ASME B16.5 menjelaskan secara rinci bagaimana hubungan tekanan dan suhu. Untuk setiap grup material yang berbeda-beda, dikelompokkan *pressure* dan *temperature rating* kedalam klasifikasi yang berbeda.



Gambar 2.6 Drat Flange & Weldneck Flange

Pada perancangan perpipaan terdapat istilah “*Flange as weakest part philosophy*”. Istilah *full rating* dipakai bila nilai *pressure-temperature* tertentu pada ASME B16.5 diambil sebagai *Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)* pada sistem perpipaan tersebut. Dalam hal ini nilai MAWP tersebut juga berarti *input* tekanan pada perhitungan ketebalan pipa. Mengingat bahwa biasanya ketebalan pipa/schedule memiliki range kontingensi di atas nilai ketebalan pipa hasil perhitungan rumus maka bila pada tekanan tiba-tiba naik di atas MAWP maka kebocoran akan terjadi pada *flange* terlebih dahulu, bukan pada pipa.

Tabel 2.3 Datasheet Ansi B16.5 Flange

Nom. Pipe Size	O	T1	R	X	No.2/Dia. of Holes	Bolt Circle Dia.	L21	H	B23	L	B	r	L34	B3	D
1/2	3.50	0.44	1.38	1.19	4-0.62	2.38	1.88	0.84	0.62	0.62	0.88	0.12	0.62	0.90	0.38
3/4	3.88	0.50	1.69	1.50	4-0.62	2.75	2.06	1.05	0.82	0.62	1.09	0.12	0.62	1.11	0.44
1	4.25	0.56	2.00	1.94	4-0.62	3.12	2.19	1.32	1.05	0.69	1.36	0.12	0.69	1.38	0.50
1-1/4	4.62	0.62	2.50	2.31	4-0.62	3.50	2.25	1.66	1.38	0.81	1.70	0.19	0.81	1.72	0.56
1-1/2	5.00	0.68	2.88	2.56	4-0.62	3.88	2.44	1.90	1.61	0.88	1.95	0.25	0.88	1.97	0.62
2	6.00	0.75	3.62	3.06	4-0.75	4.75	2.50	2.38	2.07	1.00	2.44	0.31	1.00	2.46	0.69
2-1/2	7.00	0.88	4.12	3.56	4-0.75	5.50	2.75	2.88	2.47	1.12	2.94	0.31	1.12	2.97	0.75
3	7.50	0.94	5.00	4.25	4-0.75	6.00	2.75	3.50	3.07	1.19	3.57	0.38	1.19	3.60	0.81
3-1/2	8.50	0.94	5.50	4.81	8-0.75	7.00	2.81	4.00	3.55	1.25	4.07	0.38	1.25	4.10	0.88
4	9.00	0.94	6.19	5.31	8-0.75	7.50	3.00	4.50	4.03	1.31	4.57	0.44	1.31	4.60	0.94
5	10.00	0.94	7.31	6.44	8-0.88	8.50	3.50	5.56	5.05	1.44	5.66	0.44	1.44	5.69	0.94

2.7 Perhitungan dan Penentuan Ukuran Pada Pipa

Didalam pipa aliran pasti akan mengalami *pressure drop* atau penurunan tekanan. Penurunan tekanan adalah hasil dari gaya gesek pada fluida ketika mengalir melalui tangki yang disebabkan oleh resistensi terhadap aliran. Penentu utama resistensi terhadap aliran fluida adalah kecepatan fluida melalui pipa dan viskositas fluida. Aliran cairan atau gas akan selalu mengalir dalam arah perlawanan paling sedikit

Penurunan tekanan meningkat sebanding dengan gaya geser gesek dalam jaringan pipa. Penurunan tekanan dipengaruhi oleh sebuah susunan pipa yang tinggi serta banyak pipa fitting dan sendi, konvergensi tangki, divergensi, kekasaran permukaan dan sifat fisik lainnya. Selain itu Perubahan energi kinetik dan perhitungan penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan dalam pipa melingkar juga berpengaruh terhadap *pressure drop*. Kecepatan aliran dan viskositas tinggi dalam hasil penurunan tekanan yang lebih besar di bagian pipa, katup dan siku.

Fungsi penentuan ukuran pipa adalah proses pencocokan penggunaan dan penentuan ukuran pipa dilapangan dengan mempertimbangkan kebutuhan pada *plant*, karena pipa dan fitting harus berukuran agar tidak terjadi kesalahan dengan desain yang sudah dibuat. Dengan memilih dan menggunakan pipa yang sesuai dengan kebutuhan akan menghindarkan desainer dan teknisi dari masalah *oversizing* dan *undersizing* yang dimana masalah ini berkaitan dengan biaya

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Peralatan dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop
2. *Software Autocad Inventor*
3. *Software Autocad CFD*
4. 8 meter pipa galvanis
5. 5 pipa uji
6. 1 bak kontainer plastik
7. 4 *flange*
8. 4 *seal o - ring pipa*
9. 2 *elbow*
10. 1 *Rotameter*
11. 1 *check valve*
12. 1 *flow meter*

3.2 Algoritma Pengerjaan

1. Perhitungan Dimensi dan Perancangan sistem.
Pada tahap ini dilakukan perhitungan dimensi serta spesifikasi dari pipa yang digunakan untuk jalur aliran fluida dan uji tekan pipa dengan menentukan standar yang telah ditetapkan. Pada tahap ini juga dilakukan desan dan simulasi pada *software autocad* dan *autocad CFD*
2. Pembuatan Alat
Tahapan ini dilakukan perakitan atau penggabungan komponen-komponen yang dibutuhkan berupa pipa, *elbow*, *flange*, dan ke tangki.
3. Pengujian Alat
Pada tahapan ini alat yang sudah dirakit diuji dengan dialiri aliran fluida air untuk mengetahui apakah alat yang sudah dibuat dapat berfungsi dengan benar.
4. Pengambilan Data Besaran Fisis

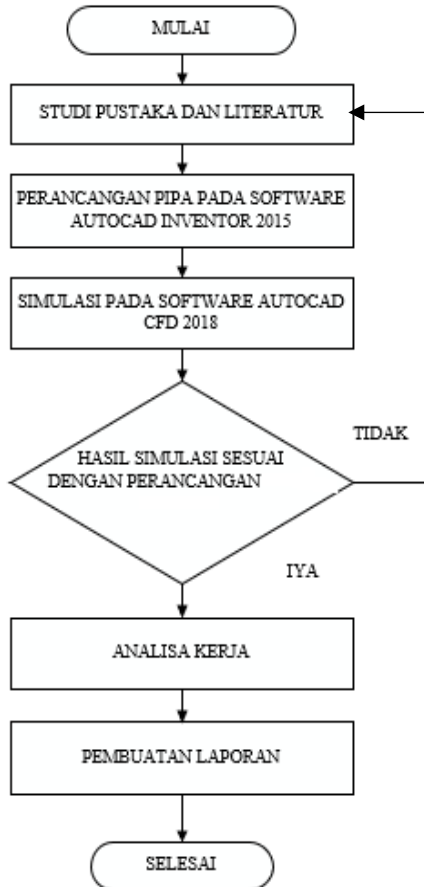
Pengambilan data yang dilakukan dengan menghitung besar tekanan *flow* dan *pressure* yang diberikan

5. Selesai

Setelah semua proses dilakukan, maka semua hasil ditulis dalam laporan tugas akhir

3.3. Flowchart Perancangan Alat

Langkah-langkah perancangan alat ini digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan adalah sebagai berikut.



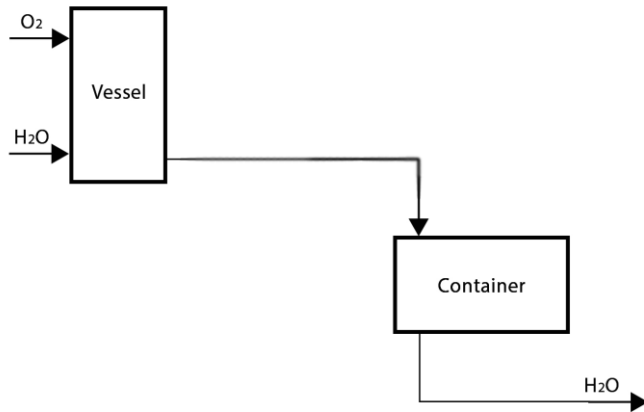
Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

3.4 Perancangan Alat Tugas Akhir

Perancangan tugas akhir kali ini dijelaskan sebagai berikut

3.4.1 Perancangan *Block Flow Diagram*

Desain yang dibuat adalah sebagai berikut:

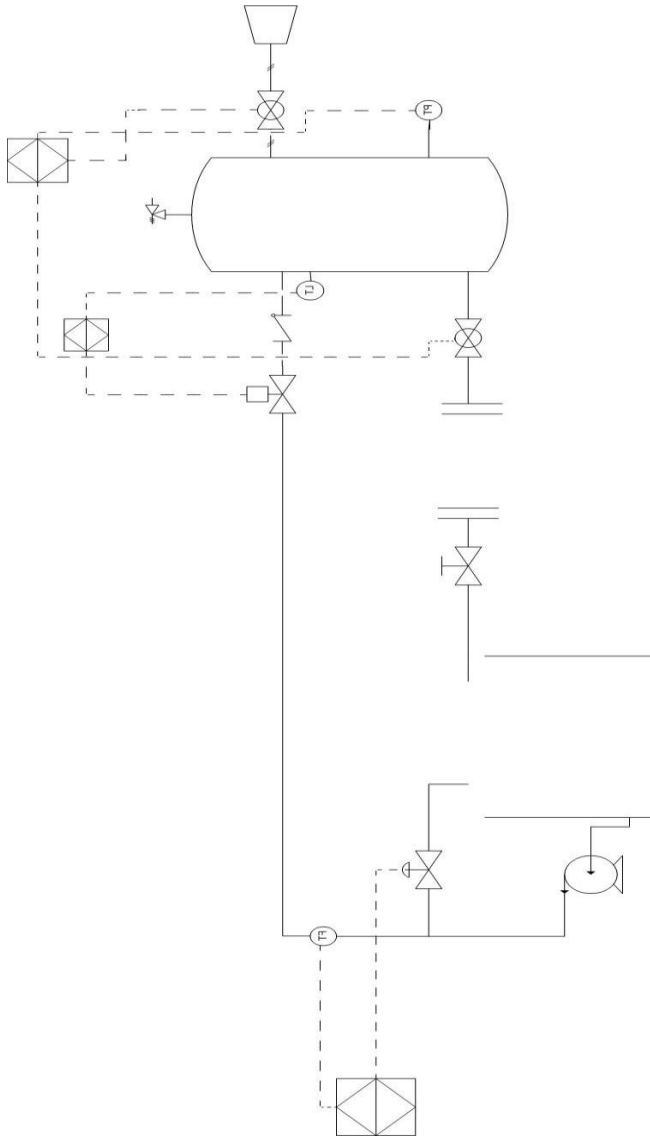


Gambar 3.2 *Block Flow Diagram*

Pada *block diagram* diatas dijelaskan bahwa *inputan* yang masuk kedalam vesel (*pressure tank*) adalah air (O₂) dan udara (H₂O) yang digabungkan agar menjadi aliran bertekanan untuk menguji tekanan pada pipa.

Output yang dihasilkan akan berupa *pressure* dan *flow* yang masuk ke *container* (*storage tank*) setelah melakukan pengujian tekanan pada pipa

3.4.2 Perancangan Proses Flow Diagram



Gambar 3.3 Proses Flow Diagram

Pada proses *plant* uji kebocoran pipa pada saat *plant* on maka *flow indicator control* akan menggerakkan pompa dan memompa air yang berada pada storage tank menuju ke *flow* transmitter untuk menyesuaikan apakah sudah benar dengan *set point* pada *flow indicator control*, jika *set point* telah sesuai maka aliran akan menuju ke *pressure* tank hingga sesuai dengan ukuran level transmitter yaitu sebanyak 70L.

Setelah aliran yang masuk sesuai dengan set poin max *level transmitter* maka *level transmitter* akan mengirimkan sinyal ke *level indicator control* untuk menutup MOV pada pipa diatas, dan *pressure transmitter* akan mengirimkan sinyal ke *pressure indicator control* untuk membuka kompresor dengan *inputan* ± 5 bar.

Jika *inputan* kompresor telah sesuai *pressure indicator control* akan menggerakkan MOV pada daerah uji tekan pipa hingga pipa yang diuji telah sesuai dan aliran akan turun kembali masuk ke *storage tank*

3.5 Faktor Pembuatan Desain Pipa

Untuk menentukan ukuran desain pipa maka dibutuhkan perhitungan tekanan pada pipa dengan menggunakan acuan rumus Hukum *Darcy* yaitu :

3.5.1 Bilangan *Reynolds*

Bilangan Reynold adalah bilangan yang digunakan sebagai penentu jenis aliran fluida apakah laminar atau turbulen. Bilangan reynold sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida dan kekentalan fluida. Untuk menentukan bilangan reynolds menggunakan rumus :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

Re = Bilangan *Reynolds*

v = Kecepatan Aliran (m/s)

D = Diameter Pipa (m)

V = Kinematika Viskositas (kg/m.s)

3.5.2 Head Loss Mayor

Kehilangan longitudinal, yang disebabkan oleh gesekan sepanjang lingkaran pipa. Ada beberapa persamaan yang dapat digunakan dalam menentukan kehilangan longitudinal hf apabila panjang pipa L meter dan diameter d mengalirkan kecepatan rata-rata V . Untuk menentukan *head loss mayor* menggunakan rumus :

$$hf = f \frac{L.v^2}{D2g} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

hf = head loss mayor (m)

f = koefisien gesekan (m)

L = panjang pipa (m)

D = diameter dalam pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

3.5.3 Head Loss Minor

Kerugian kecil ini disebabkan hal antara lain lubang masuk atau lubang keluar pipa, pembesaran atau pengecilan secara tiba – tiba, belokan, sambungan, katup dan pengecilan dan pembesaran secara berangsur-angsur. Untuk menentukan *head loss minor* menggunakan rumus

$$h = K \frac{v^2}{2.g} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

h = head loss minor

K = Koefisien resistansi *valve* atau fitting berdasarkan bentuk dan ukuran

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

3.5.4 Total Losses

Menentukan Total *losses* menggunakan rumus

$$hls = hlp + hlf \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

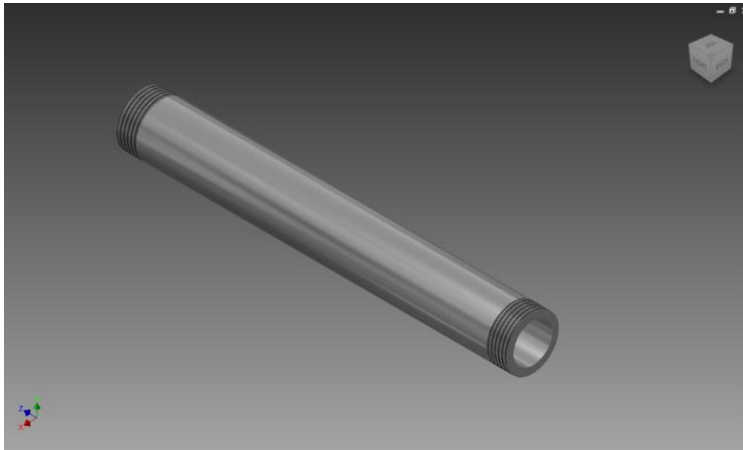
hls = Nilai total *losses*

hlp = *head loss mayor*

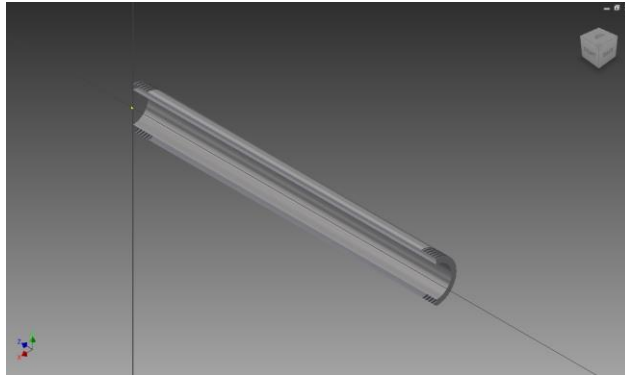
hlf = *head loss minor*

3.6 Desain Pipa Pada *Plant* uji kebocoran pipa

Desain pipa pada *plant* uji kebocoran pipa dengan menggunakan ukuran pipa $\frac{3}{4}$ dengan diameter luar 27,2mm dan diameter dalam 20mm *thickness* 2,8 berdasarkan tabel JIS G3452 SGP *Galvanis Pipe* untuk sambungan pada pipa menggunakan sistem dengan ukuran 10mm dan dengan las untuk memperkuat sambungan dan meminimalisir kebocoran.



Gambar 3.5 Desain Pipa Pada *Plant*



Gambar 3.6 Desain *Slice* Pada Pipa

3.7 Faktor Pembuatan Tangki Pada *Plant* uji kebocoran pipa

Untuk menentukan ukuran desain tangki maka dibutuhkan perhitungan standar ASME *section VIII Div I* dengan menggunakan acuan rumus perhitungan tebal bejana :

3.7.1 Tegangan *Circumferential*

Menentukan sambungan longitudinal menggunakan rumus

$$t = \frac{P.R}{SE-0,6P} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

T= Tebal Tangki (mm)

P = Tekanan *Internal* (psi)

R = Jari - jari (mm)

S = *Allowable Stress Material* (psi)

E = Efisiensi = 0,9

3.7.2 Tegangan *Longitudinal*

Menentukan sambungan *circumferential* menggunakan rumus :

$$t = \frac{P.R}{2SE+0,4P} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

T= Tebal Tangki (mm)

P = Tekanan *Internal* (psi)

R = Jari - jari (mm)

S = *Allowable Stress Material* (psi)

E = Efisiensi = 0,9

3.7.3 Ketebalan *Torispherical*

Menentukan jenis *head* pada tangki menggunakan rumus

$$t = \frac{0,885PL}{SE-0,1P} \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

T= Tebal Tangki (mm)

P = Tekanan *Internal* (psi)

R = Jari - jari (mm)

S = *Allowable Stress Material* (psi)

E = Efisiensi = 0,9

L= Lebar Tangki (mm)

3.7.4 Volume Tangki

Menentukan volume tangki menggunakan rumus :

$$V = \frac{\pi.D^2.H}{4} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

Π = Jari Jari Tangki

D = Diameter (m)

H = kedalaman Tangki (m)

3.7.5 Tekanan *Minimum* Tangki

Untuk menentukan tekanan minimum menggunakan rumus :

$$P = \rho . g . h \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

ρ = *masa jenis* (psi)

g = percepatan gravitasi (m/s)

h = kedalaman

3.8 Desain Tangki Pada *Plant* uji kebocoran pipa

Desain tangki pada *plant* uji kebocoran pipa dengan menggunakan ukuran dimensi tangki 20cm x 50cm x 0,556cm dengan bahan *iron steel* dan standar ASME SA 105 berdasarkan standar ASME *section VIII Div I*. Pada lubang tangki juga menggunakan sistem drat agar pemasangan sambungan pada pipa dapat lebih kuat.



Gambar 3.7 Desain Tangki Pada *Plant*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat

Desain pada *plant* uji kebocoran pipa ini untuk menentukan kuat material sesuai standar dan perhitungan yang sudah ditentukan dengan menggabungkan dua variabel yang berbeda yaitu *flow* dan *pressure* untuk menguji kekuatan pipa

4.2. Pengujian pada pipa

Pengujian pada pipa bertujuan untuk mengetahui tingkat kebocoran dengan cara mengalirkan aliran bertekanan kedalam pipa standar dengan kapasitas tekanan lebih besar dari nilai standar pada pipa. Melakukan metode pengujian ini juga bisa mempertahankan nilai standar dan daya tahan benda yang diuji.

4.3. Perhitungan Desain Pipa Pada *plant*

Desain pipa pada *plant* sangat diperlukan nilai standar yang lebih tinggi dari pipa yang akan diuji untuk menjaga stabilitas dari tekanan.

Bahan dan nilai standar yang digunakan yaitu :

Bahan : *Black & Galvanised Stell*

Standart : JIS G3452 SGP

Dimensi Pipa : pipa $\frac{3}{4}$

Penggunaan bahan *Black & Galvanised Stell* dalam pembuatan *plant* uji kebocoran pipa berdasarkan tabel *datasheet standar* JIS, dimana bahan yang digunakan mampu menahan *test pressure* hingga 25,165 bar.

4.3.1 Perhitungan Bilangan *Reynolds*

Untuk menentukan penurunan tekanan fluida sepanjang pipa atau pipa komponen adalah sebagai berikut :

Menentukan Bilangan *Reynolds*:

Untuk menentukan laju aliran *fluida* agar mengurangi adanya laju aliran *turbulen* maka dilakukan perhitungan

berdasarkan rumus (3.1). Dimana kecepatan aliran pada pipa 1,638 m/s, dengan diameter pipa $\frac{3}{4}$ (0,01905) m dan kinematika viskositas 0,08 kg/m.s maka didapatkan hasil berikut :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$v = 1,638 \text{ m/s}$$

$$D = \frac{3}{4} (0,01905) \text{ m}$$

$$\nu = 0,08 \text{ kg/m.s}$$

$$\begin{aligned} Re &= \frac{1,638 \cdot 0,01905}{0,08} \\ &= 3900,786 \end{aligned}$$

4.3.2. Perhitungan *Loss Mayor*

Untuk menghitung kerugian gesek antara dinding pipa penampang di dalam pipa dapat dipakai rumus *loss mayor* (3.2). Dimana nilai koefisien gesekan pada pipa 0,016407 m dengan panjang pipa 1,2 m menggunakan diameter $\frac{3}{4}$ (0,01905) m untuk kecepatan aliran yang melewati pipa sebesar 1,6381 m/s dan percepatan gravitasi 9,81 m/s² maka didapatkan hasil berikut :

$$h_f = f \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g}$$

$$f = 0,016407 \text{ m}$$

$$L = 1,2 \text{ m}$$

$$D = 0,01905 \text{ m}$$

$$v = 1,6381 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} h_f &= 0,016407 \frac{1,2 \cdot 1,6381^2}{0,01905 \cdot 2 \cdot 9,81} \\ &= 0,235591 \text{ m} \end{aligned}$$

4.3.3 Perhitungan *Loss Minor*

untuk mencari kerugian pada *flow meter* ditentukan dengan perhitungan *loss minor* (3.3). Dimana koefisien resitansi antara *valve* atau *fitting* sebesar 1,85, dengan kecepatan aliran 1,6831 m/s dan percepatan gravitasinya 9,81m/s² maka didapatkan hasil berikut :

$$h = K \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$K = 1,85$$

$$v = 1,6831^2 \text{ (m/s)}$$

$$g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$h = 1,85 \frac{1,681^2}{2,9,81}$$

$$= 0,253027 \text{ m}$$

4.3.4 Perhitungan *Total Losses*

Setelah nilai *losses minor* dan *major* ditentukan selanjutnya yaitu menentukan total losses (3.4) pada pipa dengan menjumlah hasil dari persamaan rumus (3.2) dengan nilai *losses* 0,253027 m dan (3.3) dengan nilai *losses* 0,235691 m maka didapatkan hasil berikut:

$$hls = hlp + hlf$$

$$hlp = 0,235591 \text{ m}$$

$$hlf = 0,253027 \text{ m}$$

$$hls = 0,235591 + 0,253027$$

$$= 0,488618 \text{ m}$$

4.4. Desain Tangki Pada *Plant*

Pada desain tangki membutuhkan perhitungan sesuai nilai standar ASME yang bertujuan untuk mengetahui tingkat

ketahanan material dan penyesuaian bentuk sesuai *pressure* yang dibutuhkan

Dasar pembuatan tangki menggunakan rumus ketebalan *shell pressure vessel* menurut standar ASME *section VIII Div I*.

Bahan dan nilai standar yang digunakan yaitu :

Bahan : *Iron Steel*

Standart : ASME SA105

Dimensi tangki : 20cm X 50cm X 0,556cm

Penggunaan bahan *iron steel* pada pembuatan tabung berdasarkan *datasheet* pada ASME SA10. Karena pada pada saat pembuatan tangki tabung bahan tersebut mampu menahan *test pressure*

4.4.1 Perhitungan Tegangan *Circumferential*

Untuk mencari parameter bagian dalam bejana menggunakan rumus tegangan cirumferential (3.5). Dimana tekanan yang digunakan 1000 psi, dengan jari – jari 100 mm, untuk nilai *allowable stress material* pada tabel standar didapatkan nilai 200152 psi dan untuk nilai efisiensinya 0,9. Maka didapatkan hasil berikut :

$$t = \frac{P \cdot R}{SE - 0,6P}$$

$$P = 1000 \text{ psi}$$

$$R = 100 \text{ mm}$$

$$S = 200152 \text{ (psi)}$$

$$E = 0,9$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{1000 \cdot 100}{200152 \cdot (0,9) - (0,6) \cdot 1000} \\ &= \frac{100000}{180136,8 - 600} \\ &= 0,556 \text{ cm} \end{aligned}$$

4.4.2 Tegangan *Longitudinal*

Untuk mencari parameter bagian luar bejana menggunakan rumus tegangan *longitudinal* (3,6) Dimana tekanan yang

digunakan 1000 psi perbedaan pada persamaan (3.5) nilai tekanan dikali 0,4 dari penetapan rumus, dengan jari – jari 100 mm, untuk nilai *allowable stress material* pada tabel standar didapatkan nilai 200152 psi dan untuk nilai efisiensinya 0,9. Maka didapatkan hasil berikut :

$$t = \frac{P \cdot R}{2SE + 0,4P}$$

$$P = 1000 \text{ psi}$$

$$R = 100 \text{ mm}$$

$$S = 200152 \text{ psi}$$

$$E = 0,9$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{1000 \cdot 100}{2 \cdot 200152 \cdot (0,9) + (0,4) \cdot 1000} \\ &= \frac{100000}{360273,6 + 400} \\ &= 0,277 \text{ cm} \end{aligned}$$

4.4.3 Ketebalan *Torispherical*

Bagian terakhir pada pembuatan tangki yaitu pada head torispherical atau bagian atas tangki menggunakan rumus (3.7). Dimana tekanan yang digunakan 1000 psi nilai, lebar tangki yang digunakan 200 mm dengan jari – jari 100 mm, nilai *allowable stress material* pada tabel standar didapatkan nilai 200152 psi, untuk nilai 0,885 sudah didapat dari penetapan rumus dan nilai efisiensinya 0,9. Maka didapatkan hasil berikut :

$$t = \frac{0,885PL}{SE - 0,1P}$$

$$P = 1000 \text{ psi}$$

$$R = 100 \text{ mm}$$

$$S = 200152 \text{ psi}$$

$$E = 0,9$$

$$L = 200 \text{ mm}$$

$$t = \frac{0,885.100.200}{200152. (0,9) - 0,1.100}$$

$$t = \frac{17700}{180136,8 - 100}$$

$$= 0,098 \text{ cm}$$

4.4.4 Volume Tangki

Kemudian tahap penentuan volume pada tangki untuk menentukan berapa liter air yang akan ditampung dengan perhitungan (3.8). Dimana nilai jari – jari 3,14, dengan diameter tangki 0,2 m dan kedalaman tangki 0,50 m. Maka didapatkan hasil berikut :

$$V = \frac{\pi. D^2. H}{4}$$

$$\Pi = 3,14$$

$$D = 0,2\text{m}$$

$$H = 0,50\text{m}$$

$$V = \frac{3,14. 0,2^2. 0,50}{4}$$

$$V = 0,00157\text{m}^3$$

$$V = 6,8 \text{ L}$$

4.4.5 Tekanan *Minimum* Tangki

Tekanan *minimum* yang berada didalam tangki 0,08 bar dengan perhitungan rumus (3.9) pada tekanan hidrostatik. Dimana nilai masa jenis dalam bentuk *pressure* 1000 psi, dengan percepatan gravitasi 10 m/s untuk kedalaman sesuai *set point* 0,35 mm. Maka

$$P = \rho. g. h$$

$$\rho = 1000 \text{ psi}$$

$$g = 10 \text{ m/s}$$

$$h = 0,35 \text{ mm}$$

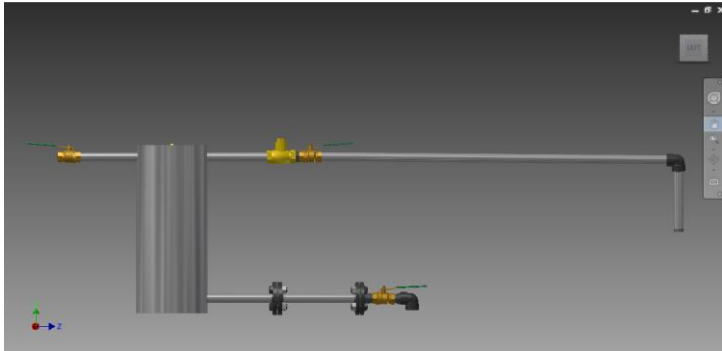
$$P = \rho. g. h$$

$$P = 1000.10.0,35$$

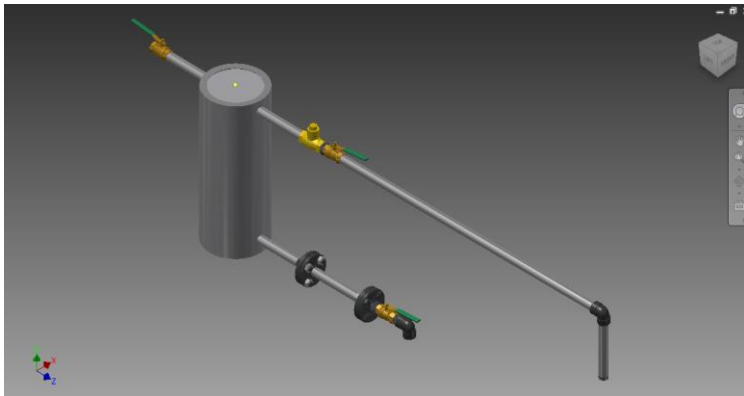
$$P = 0,035 \text{ bar}$$

4.5. Desain *Plant Uji Kebocoran Pipa Pada Autocad Inventor*

Pada *assembly autocad inventor* adalah proses penggabungan dari semua potongan part desain yang telah ditentukan. Dengan proses *joint* dan *constan* untuk mencocokkan bagian - bagian part agar saat penggabungan part tersebut bisa cocok dan sesuai



Gambar 4.1 Desain *Plant Uji Kebocoran Pipa Pada Autocad Inventor*



Gambar 4.2 Desain *Plant Tampak Atas*

Pada desain gambar diatas menggunakan pipa galvanis dengan ukuran $\frac{3}{4}$ dan panjang pipa yang menuju ke tangki sebagai *input* aliran sepanjang 1,2 meter dengan kerugian gesek aliran pada dinding pipa lurus sebesar 0,235m dan kerugian pada *flow meter* sebesar 0,253m.

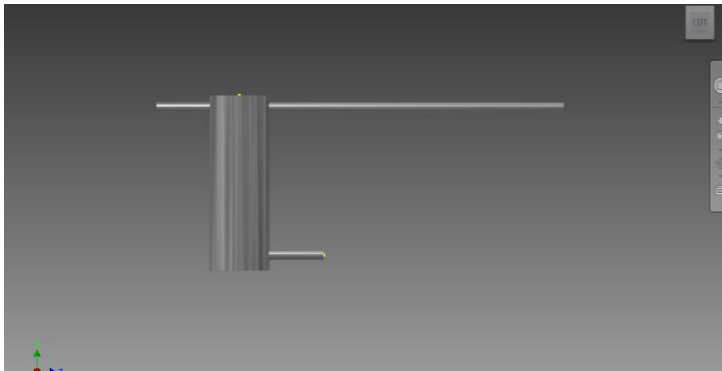
Proses penyambungan pipa pada tangki menggunakan drat dan las, yang bertujuan untuk lebih memperkuat sambungan pipa terhadap tangki karena untuk meminimalisir kebocoran pada sambungan pipa pada tangki.

Agar tangki bisa menahan tekanan hingga 7 bar maka diperlukan ketelitian saat melakukan perhitungan, pada desain tangki ketebalan tangki mencapai 5,56mm untuk menghasilkan volume tangki yang maksimal maka telah didapatkan hasil nilai volume sebesar $0,00157m^3$ dengan dimensi tangki diameter 20cm x tinggi 50 cm

4.6 Proses Simulasi *Autocad* CFD

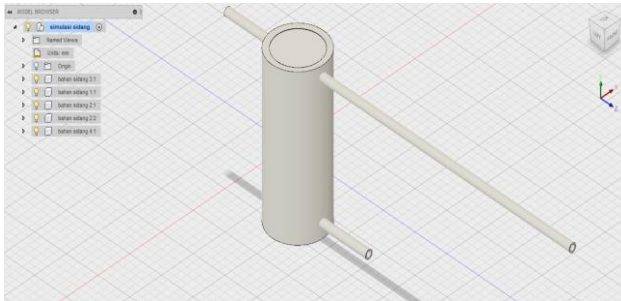
Pada proses simulasi ini bertujuan untuk mengetahui proses kritis pada bagian dalam tangki apakah sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan berikut adalah proses simulasi *autocad* CFD

4.6.1 Desain dan Proses *Plant* Yang Disimulasikan



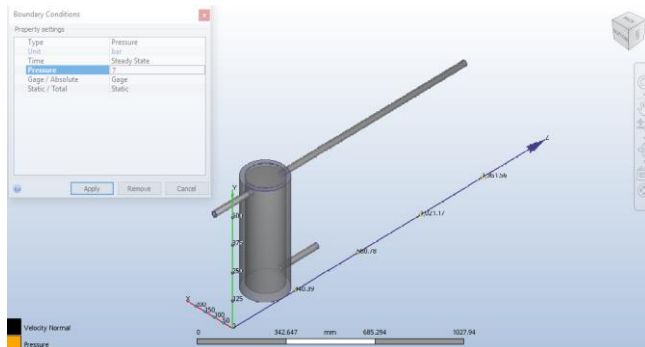
Gambar 4.3 Desain *Plant* Yang Disimulasi

pada desain ini diambil bagian yang kritis yaitu pada tangki untuk melihat hasil nilai ansys pada tangki yang memiliki tekanan besar



Gambar 4.4 Desain *Plant* Disimulasi Pada *Autocad* CFD

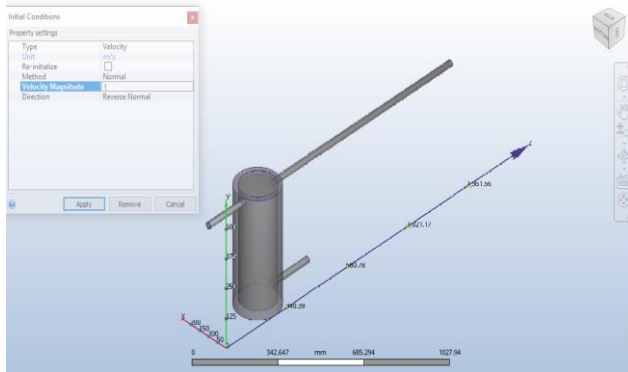
Setelah mindahkan file dari Auticad inventor ke *autocad* CFD maka selanjutnya adalah proses meshing dan menentukan jenis material. Dalam proses ini geometri dibagi menjadi bagian-bagian kecil. Ukuran mesh yang terdapat pada suatu obyek akan mempengaruhi ketelitian analisis CFD yang akan dilakukan. Semakin kecil ukuran mesh pada suatu obyek, maka hasil yang akan didapatkan semakin teliti dan untuk pemilihan material pada simulasi menggunakan *fluida water* dan *solid steel*



Gambar 4.5 Proses *Boundary Conditions*

Proses setelah menentukan material dan proses meshing langkah selanjutnya yaitu proses boundary untuk memberikan

batas data yang dibutuhkan data pada simulasi diatas adalah *pressure* dengan tekanan 7 bar sebagai *input* dan *output* pada simulasi dengan tekanan 5 bar

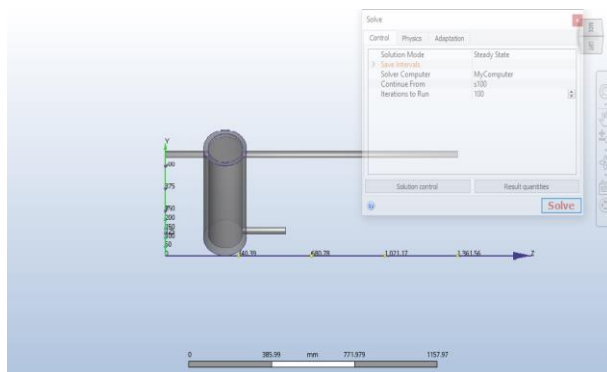


Gambar 4.6 Proses *Initial Conditions*

Proses *initial conditions* yaitu adalah proses tahap awal proses yang diatur dengan *input* Velocity dengan pemilihan units m/s dan *input velocity magnitude* 1

Yang berarti besaran kecepatan aliran yaitu 1m/s

Tahapan terakhir untuk setup pada *autocad* CFD yaitu menjalankan simulasi dengan memilih *setup solve* yang nantinya pada proses ini untuk mengetahui pola aliran *fluida* dan *prssure* terhadap material



Gambar 4.7 Proses *Solve* pada simulasi

4.7. Analisa pada simulasi *Autocad CFD*

Pada simulasi *Autocad CFD* dapat dilihat proses ansys Pada tangki bertekanan untuk mengetahui tingkat kekuatan pada sebuah material yang telah ditentukan sesuai standar.

Percobaan yang dilakukan pada proses simulasi *Autocad CFD* yaitu dengan memasukkan *input pressure* dan *flow* pada tangki

4.7.1 Percobaan Simulasi Ke - 1

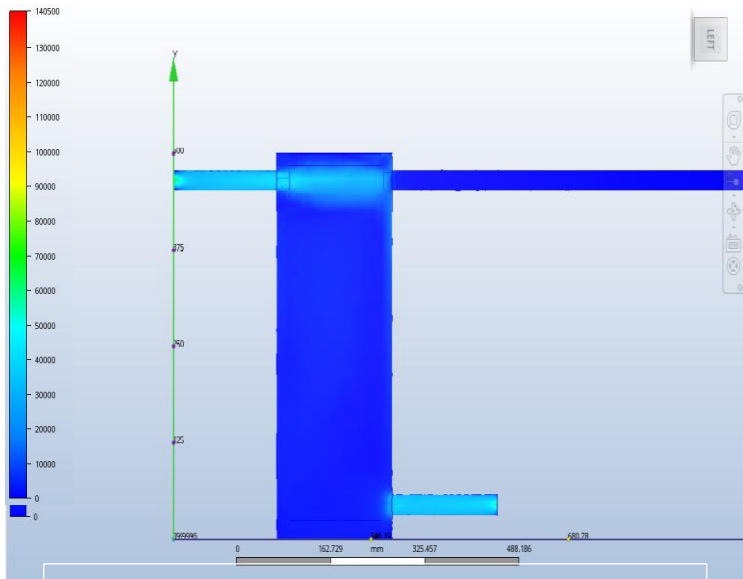
Pressure : 5 bar

Flow : 1 m/s

Dengan *output* : 3 bar

Dari data yang telah diinput maka didapatkan hasil pada simulasi yaitu :

- Pada pipa saluran kompresor mengalami kenaikan tekanan saat tekanan yang diberikan 5 bar
- pada pipa *output* nilai kritis belum terlihat pada dinding material dengan nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 5,76 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 45000 mm/s



Gambar 4.8 Proses Simulasi Dengan *Pressure* 5 Bar

4.7.2 Percobaan Simulasi Ke – 2

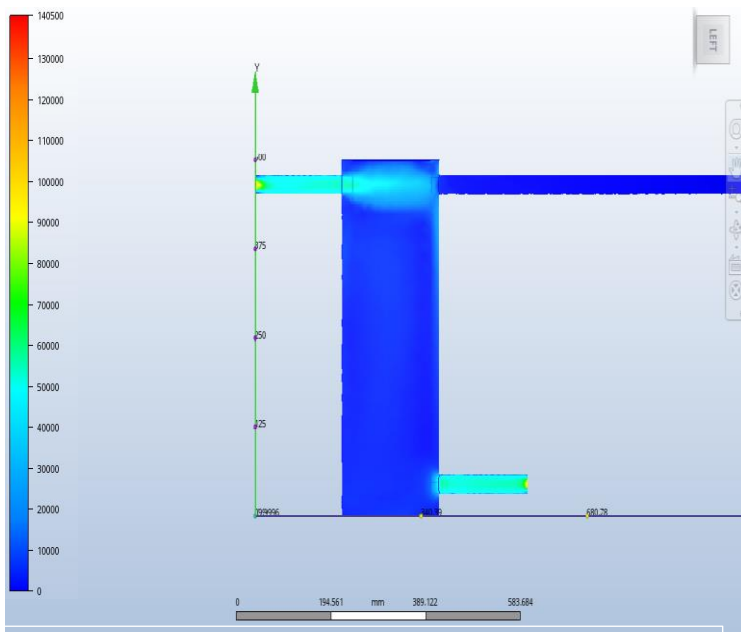
Pressure : 6 bar

Flow : 1 m/s

Dengan *output* : 4 bar

Dari data yang telah diinput maka didapatkan hasil pada simulasi yaitu :

- Pada pipa saluran kompresor mengalami kenaikan tekanan kritis saat tekanan yang diberikan 6 bar
- pada pipa *output* nilai kritis sudah mulai terlihat dan pada nilai material juga mengalami kenaikan, dari gambar 4.8 dapat dilihat perbedaan warna kenaikan tekanan pada dinding material. dengan nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 6,74 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 90000mm/s



Gambar 4.9 Proses Simulasi Dengan *Pressure* 6 Bar

4.7.3 Percobaan Simulasi Ke – 3

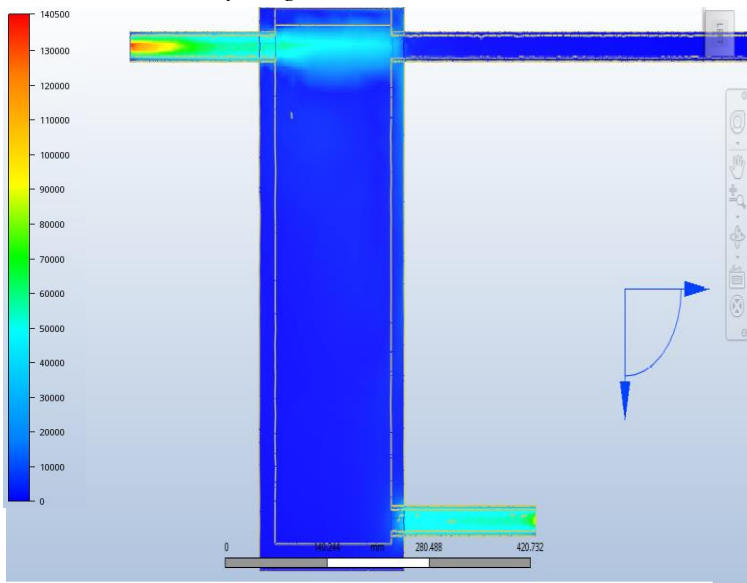
Pressure : 7 bar

Flow : 1 m/s

Dengan *output* : 5 bar

Dari data yang telah *diinput* maka didapatkan hasil pada simulasi yaitu :

- Pada pipa saluran kompresor mengalami kenaikan tekanan saat tekanan yang diberikan 7 bar
- pada pipa *output* nilai kritis sudah terlihat pada dinding material. Dapat dilihat proses perbedaan kenaikan pressure pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 dimana kenaikan pada gambar 4.10 menimbulkan titik kritis nilai material dengan nilai *wall calculator pressure* dalam tangki yaitu 7,56 bar dan nilai *velocity magnitude* sebesar 130000mm/s



Gambar 4.10 Proses Simulasi Dengan *Pressure* 7 Bar

Pada gambar 4.8, gambar 4.9 dan gambar 4.10 menunjukkan tingkat kenaikan *pressure* didalam tangki yang semakin meningkat. Warna yang ditampilkan akan berubah mengikuti kenaikan *pressure* yang diberikan jika semakin besar inputan yang diberikan maka, warna yang ditampilkan pada simulasi *autocad* CFD juga akan berubah, dan perubahan nilai pada *wall calculator* yang menunjukkan nilai *pressure* dalam tangki juga akan naik sesuai dengan *set point*. Kemudian diikuti oleh kenaikan *velocity magnitude* yang akan naik mengikuti kenaikan *pressure*, untuk nilai uji *hydrostatic test* maksimal pada pipa galvanis yaitu 50 kgf/cm atau 4996600.944 mm/s. Jadi pada simulasi *plant* uji kebocoran pipa untuk tekanan hingga 7 bar masih menunjukkan titik aman pada dinding material

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian terhadap alat uji tekan pipa sebagai alat praktikum, maka didapatkan kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Perancangan dan simulasi yang dilakukan bertujuan untuk menentukan analisis ketahanan pipa terhadap tekanan *pressure* dan *flow*, serta untuk menguji kesesuaian nilai standar pipa dengan *datasheet* pipa.
2. Pada penentuan ukuran perancangan *plant* dibutuhkan pipa ukuran 3/4 dengan dimensi panjang pipa 1,2 m. Kemudian ukuran pada tangki yaitu lebar 20 cm, tinggi 50 cm dan ketebalan dinding 0,556 cm. Dengan demikian didapatkan hasil perhitungan :
 - Bilangan *Reynolds* sebesar 3900,786 m/s
 - *Loss Mayor* sebesar 0,235591 m
 - *Loss Minor* sebesar 0,253027 m
 - Total *Losses* sebesar 0,48861 m
 - Tegangan *Circumferential* sebesar 0,556 cm
 - Tegangan *Longitudinal* sebesar 0,277 cm
 - Ketebalan *Torispherical* sebesar 0,098 cm
 - Volume Tangki sebesar 6,8 L
 - Tekanan *Minimum* Tangki sebesar 0,035 bar

5.2 Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan untuk kelanjutan pengembangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam perancangan pada *plant* uji kebocoran pipa diperlukan ketelitian, agar pengerjaan *plant* dapat berjalan maksimal dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan awal, mengingat alat ini adalah alat untuk praktikum uji kebocoran pipa
2. Dalam penggunaan alat diharapkan berhati – hati karena saat proses berlangsung dalam tekanan tinggi mencapai 7 bar

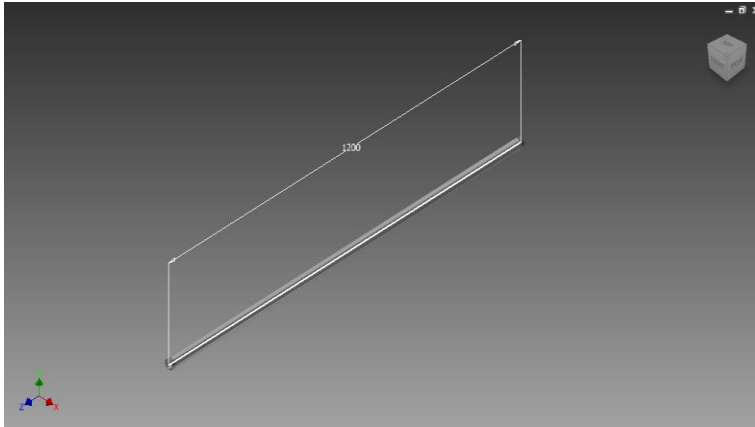
Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Pustaka

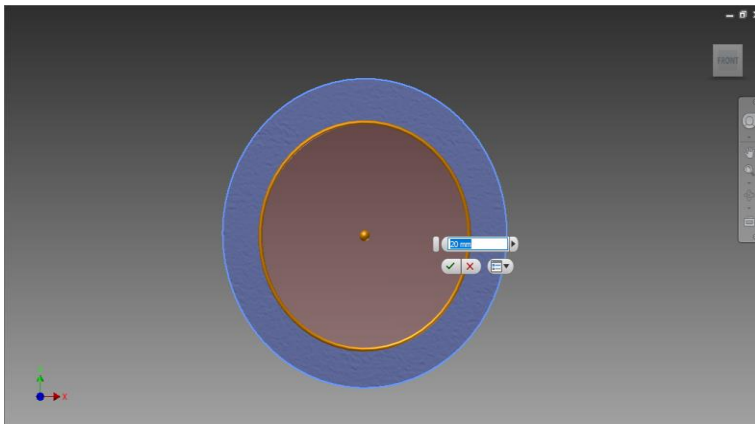
- [1] Triatmodjo, Bambang, 1993, Hidraulika I, cetakan ke empat, Beta Offset, Yogyakarta.
- [2] Zainudin, et al. 2012. “Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa”. *Dinamika Teknik Mesin*. Vol. 2 No. 2
- [3] UNE-EN 545, *Tubos, racones y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo*, AENOR; 2007.
- [4] *Kocak M, Webster S, Janosch JJ, Ainsworth RA, Koers R, editors. FITNET fitness-for-service (FFS) procure.vol. 1. Germany: GKSS; 2008 ISBN 978-3940923-00-4.*
- [5] ASME Section VIII Div.1, "*Rules for Construction of Pressure Vessel*", *Boiler and Pressure Vessel, Edition 1 Juli 2001.*

LAMPIRAN

Ukuran panjang pipa 1,2 meter dengan ukuran 3/4



Ukuran diameter dalam pipa 20mm

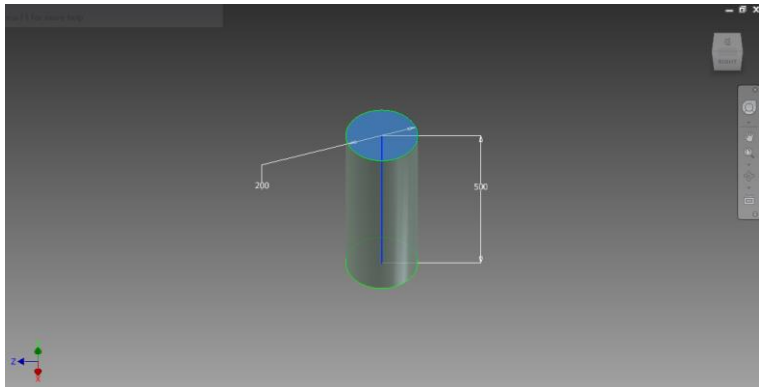


Ukuran tangki sebelum di *revolution* dengan dimensi

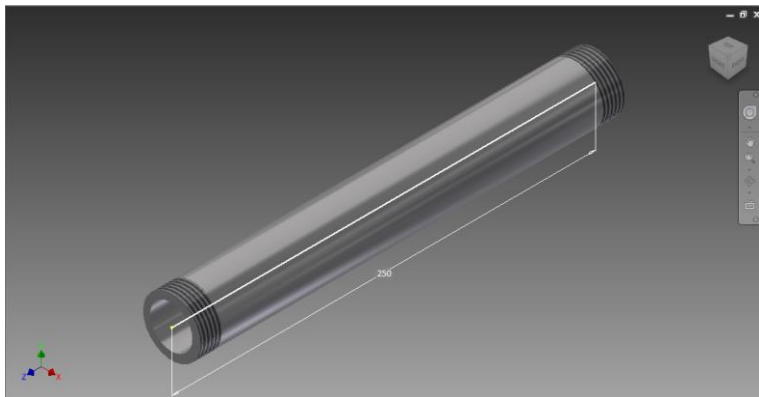
Tinggi 50 cm

Lebar 20 cm

Ketebalan tangki 5,56 mm



Untuk ukuran pipa uji yaitu 25 cm ukuran 3/4 sesuai standar uji pipa SNI
Dengan diameter luar 27,2mm dan diameter dalam 20mm



Maximum Allowable Stress Values S for Ferrous Materials according to ASME Code Section II, Part D, Table 1A, 2017 Edition

Material

SA-105

K03504

Forgings Notes:G10, S1, "

Temperature [°C]

40

Allowable Stress

138 MPa

Temperature Limits for the Construction Codes

Section VIII, Division 1
538 °C

Section I
538 °C

Section III, Classes 2 & 3
371 °C

Section XII
343 °C

Material identification

Spec.No.	SA-105
Type/Grade	
Product Form	Forgings
Alloy Desig./UNS No.	K03504
Class/Condition/Temper	
Size/Thickness [mm]	
Nominal Composition	Carbon steel
P-No.	1
Group No.	2
Min. Tensile Strength	485 MPa
Min. Yield Strength	250 MPa
Ext. Pressure Chart No.	CS-2

Tips and Tricks
Why not join one of our ASME Code
design workshops in:

December 2018

Brussels, Belgium

(English)

October 2018

Hamburg, Germany

(German)

Notes

G10 : Upon prolonged exposure to temperatures above 425°C, the carbide phase of carbon steel may be converted to graphite. See Nonmandatory Appendix A, A-201 and A-202.

S1 : For Section I applications, stress values at temperatures of 450°C and above are permissible but, except for tubular products 75 mm O.D. or less enclosed within the boiler setting, use of these materials at these temperatures is not current practice.

JIS G3452 SGP Pipe Dimension:

Nominal diameter		Outside diameter (mm)	Tolerances on outside diameter		Wall thickness	Tolerances on wall thickness	Unit mass excluding socket
A	B		Pipes to be cut in taper thread	Other pipes	mm		kg/m
6	1/8	10.5	±0.5mm	±0.5mm	2		0.419
8	1/4	13.8	±0.5mm	±0.5mm	2.3		0.664
10	3/8	17.3	±0.5mm	±0.5mm	2.3		0.866
15	1/2	21.7	±0.5mm	±0.5mm	2.8		1.25
20	3/4	27.2	±0.5mm	±0.5mm	2.8		1.6
25	1	34	±0.5mm	±0.5mm	3.2		2.45
32	1 1/4	42.7	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.16
40	1 1/2	48.6	±0.5mm	±0.5mm	3.5		3.63
50	2	60.5	±0.5mm	±1%	3.8		5.12
65	2 1/2	76.3	±0.7mm	±1%	4.2		6.34
80	3	89.1	±0.8mm	±1%	4.2		8.49

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 30 Oktober 1996 dengan diberi nama Ayom Adhitama . Bapak bernama Agus Hariono, Ibu bernama Lilis Nurfiyani. Penulis telah menyelesaikan studi di SDN Jaticalang 1 pada tahun 2009, SMP Negeri 1 Taman pada tahun 2012, SMA Negeri 1 Taman pada tahun 2015, dan kemudian melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Departemen Teknik Instrumentasi, Program Studi D3

Teknik Instrumentasi , Fakultas Vokasi pada tahun 2015. Penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PERANCANGAN *PLANT* Uji Kebocoran PIPA SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM SISTEM INSTRUMENTASI INDUSTRI”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran , atau pertanyaan mengenai tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email ayomadhit.aa@gmail.com