PEMBUATAN ALAT SIMULASI POMPA SENTRIFUGAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan Diploma Tiga (D-3) Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

JALALUDDIN JUMHUR	341 18 037
M. OEMAR ASSAD	341 18 040
MUHAEMIN	341 18 043

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Dengan ini menyatakan bahwa laporan tugas akhir dengan:

Judul : **Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media Pembelajaran**

Nama/Nim : **Jalaluddin Jumhur/34118037**

M. Oemar Assad/34118040

Muhaemin/34118043

Jurusan : **Teknik Mesin**

Program Studi : **D-3 Teknik Mesin**

Dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, September 2021

Mengesahkan,

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Muh. Rusdi, M.T.	**Amrullah, S.T., M.T.**
Nip: 19581030 198803 1 003	Nip: 19850714 201903 1 005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi D-3 Teknik Mesin

Tri Agus Susanto, S.T., M.T.
Nip: 19640811 199303 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Oktober 2021. Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :

Jalaluddin Jumhur	34118037
M. Oemar Assad	34118040
Muhaemin	34118043

Dengan judul Tugas Akhir **"Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal Sebagai media Pembelajaran"**

Makassar, Oktober 2021

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

1. Ir. Luther Sonda, M.T.	Ketua	(.....)
2. Dr. Eng. Pria Gautama, S.T., M.T.	Sekretaris	(.....)
3. Drs. Mastang, M.Hum.	Anggota	(.....)
4. Tri Agus Susanto, S.T., M.T	Anggota	(.....)
5. Ir. Muh Rusdi, M.T.	Pembimbing I	(.....)
6. Amrullah, S.T., M.T.	Pembimbing II	(.....)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media Pembelajaran tepat pada waktunya, meski jauh dari kata sempurna.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungannya sehingga proposal tugas akhir dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media Pembalajaran".
2. Orang tua yang tak pernah putus mendoakan agar kuliah kami dapat berjalan dengan baik.
3. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Rusdi Nur, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Tri Agus Susanto, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Ir. Muh. Rusdi, M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Amrullah, S.T., M.T. selaku Pembimbing II.

7. Bapak Jeremiah Ritto, S.T. selaku wali kelas kami .
8. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebut namanya satu persatu atas limpahan ilmu yang telah diberikan.
9. Rekan-rekan Teknik Mesin 2018 khususnya pada program studi D-3 Teknik Mesin atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini.
10. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu atas segala bentuk bantuan sehingga tugas akhir kami dapat terselesaikan.

Demikianlah laporan tugas akhir dengan judul "Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media Pembelajaran" ini kami buat dengan sepenuh hati. Tidak lupa kritik dan saran, penulis harapkan agar proposal ini dapat menjadi lebih baik lagi.

Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi semua dan terkhusus bagi kami selaku penulis. Terima kasih.

Makassar, September 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
HALAMAN PENERIMAAN ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viiii
DAFTAR SIMBOL ix
DAFTAR LAMPIRAN x
RINGKASAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Ruang Lingkup Kegiatan 2
1.4. Tujuan dan Manfaat Kegiatan 3
1.4.1. Tujuan Kegiatan 3
1.4.2. Manfaat Kegiatan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1. Pengertian Pompa Sentrifugal 4
2.2. Komponen-Komponen Pompa Sentrifugal 5
2.3. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal 6
2.4. Dasar-Dasar Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal 9
2.4.1. Kekuatan Pengelasan 9
2.4.2. Rangkaian aliran fluida 12
BAB III METODE KEGIATAN 18
3.1. Waktu dan Tempat 18
3.2. Alat dan Bahan 18
3.2.1. Alat 18
3.2.1. Bahan 19
3.3. Tahapan Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal 19
3.3.1. Tahap Perancangan 20
3.3.2. Tahap Pembuatan 21

3.3.3. Tahap Pengujian Alat 26
3.4. Teknik Analisa Data 27
3.5. Diagram Alir 28
BAB IV HASIL DAN DISKRIPSI 29
4.1. Hasil Pembuatan Alat Simulasi 29
4.1.1. Hasil Pembuatan Meja 29
4.1.2. Hasil Pengujian Alat Simulasi 31
4.2. Perhitungan pada variasi aliran. 32
4.2.1. Perhitungan pada pompa 1 32
4.2.2. Perhtungan Pompa 2 34
4.2.3. Perhitungan Aliran pada Rangkaian Seri 35
4.2.4. Perhitungan Aliran pada Rangkai Paralel 36
4.3. Diskripsi 36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 39
DAFTAR PUSTAKA 40
LAMPIRAN 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pompa Sentrifugal 6
Gambar 2.2. Jenis – Jenis sambungan Las 10
Gambar 2.3. Aliran Pompa Tunggal 1 12
Gambar 2.4. Aliran Pompa tunggal 2 13
Gambar 2.5. Aliran Seri 13
Gambar 2.6. Aliran Paralel 14
Gambar 3.1. Assembly alat simulasi pompa sentrifugal 21
Gambar 3.2. Meja Simulasi 23
Gambar 4.1. Grafik Aliran Pompa Tunggal 1 36
Gambar 4.2. Grafik Aliran Pompa tunggal 2 37
Gambar 4.3. Grafik Aliran Seri 38
Gambar 4.4. Grafik Aliran Paralel 38
Gambar 4.5. Grafik Q vs. H 39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komponen-komponen standar 24
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian 32
Tabel 4.2. Nilai k dari Berbagai Rangkaian 32
Tabel 4.3. Data Hasil Perhitungan 33
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Aliran Pompa 1 34
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Aliran Pompa 2 35
Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Rangkaian Seri 35
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Rangkaian Paralel 36

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
σt_{izin}	Tegangan tarik yang diizinkan	N/mm^2
σt max	Tegangan tarik elektroda	N/mm^2
V	Faktor keamanan	-
F	Gaya	N
L	Panjang pengelasan	mm
a	Lebar pengelasan	mm
A	Luas penampang pengelasan	mm^2
T	Tebal pengelasan	mm
τ_g	Tegangan geser	N/mm^2
N	Faktor keamanan	-
Q	Debit aliran	m^3/s
A	Luas penampang pipa	m^2
V	Kecepatan aliran	m/s
L	Panjang pipa disepanjang aliran	mm
∑	Kekerasan bahan	M
f	Faktor gesekan	-
π	Nilai pi	3,14
Re	Reynold number	-
υ	Viskositas kinematis zat cair	m^2/s
d	Diameter pipa	Inch
g	Percepatan grafitasi	m/s^2
k	Koefisien kerugian pada sambungan	-
H_s	Panjang pipa hisap ke pompa	mm
H_d	Jarak pompa ke ujung paling atas	mm
h_k	Berbagai kerugian head sambungan	mm
h_f	Berbagai kerugian head pipa	mm
H_{tot}	Head total	mm

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Pompa 41
Lampiran 2. Tabel Kekuatan Tarik Las 41
Lampiran 3. Tabel Koefisien Kekerasan Pipa 42
Lampiran 4. Tabel Massa Jenis Fluida 42
Lampiran 5. Tabel Faktor Kerugian Berbagai Sambungan 43
Lampiran 6. Diagram Moody 43
Lampiran 7. Foto Hasil dan Proses Pengambilan Data 44
Lampiran 8. Foto Proses Pembuatan 46

RINGKASAN

Pada proses praktikum di bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang tersedia pompa yang digunakan untuk kegiatan praktik instalasi dan sebagai bahan untuk pembelajaran tentang komponen-komponen pompa, cara perawatan pompa, dan instalasi perpipaan. Karena keterbatasan fungsi pompa yang ada di Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang sehingga perlu peningkatan pemahaman tentang proses aliran fluida air yang mengalir pada instalasi perpipaan pompa.

Pembuatan alat ini dilakukan untuk untuk merealisasikan aliran fluida cair dengan variasi rangkaian aliran pompa sentrifugal.

Berdasarkan hasil data pengujian yang telah dilakukan Pada pengujian pompa yang telah diuji dengan pembukaan katup secara penuh maka rangkaian instalasi paralel yang menghasilkan jumlah debit yang paling besar dibandingkan rangkaian instalasi seri, tunggal satu dan tunggal dua.

Dari hasil pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan yaitu alat simulasi pompa sentrifugal sebagai media pembelajaran ini dapat meningkatkan pemahaman mengenai aliran fluida cair serta memahami cara kerja dari pompa dan dapat membaca alat ukur yang yang ada pada rangkaian perpipaan.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat yang lain. Oleh karena itu pompa memiliki peranan yang sangat penting bagi industri misalnya, industri air minum, minyak, petrokimia, pusat tenaga listrik dan sebagainya. Dalam prosesnya pompa sentrifugal memiliki keunggulan yaitu prinsip kerjanya sederhana, memiliki konstruksi yang kuat, lebih sedikit memerlukan tempat, aliran zat cairnya tidak terputus-putus, kecepatan putaran pompa tinggi sehingga memberi kemungkinan untuk penggerakan langsung oleh sebuah elektro motor atau turbin, dan pemeliharaannya mudah.

Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang merupakan bengkel yang digunakan sebagai tempat untuk melakukan proses belajar mengajar untuk mahasiswa pada mata kuliah praktikum perawatan pompa. Di bengkel tersebut tersedia pompa yang digunakan sebagai bahan untuk pembelajaran tentang komponen-komponen pompa, cara perawatan pompa, dan instalasi perpipaan. Tetapi pompa yang ada di bengkel tersebut tidak merealisasikan aliran fluida dan fungsi dari alat ukurnya.

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, akan dibuat alat simulasi yang mampu untuk merealisasikan aliran fluida dengan beberapa eksperimen aliran fluida yang akan dipraktikkan dalam alat ini yaitu aliran pompa satu, aliran pompa dua, rangkaian seri dan rangkaian paralel. Alat simulasi pompa

sentrifugal ini diharapkan dapat membantu meningkatkan pemahaman mahasiswa dan menghasilkan bukti yang memperjelas fungsi dari pompa itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah bagaimana memperjelas aliran fluida cair dengan variasi rangkaian aliran pompa sentrifugal.

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Terkait dengan luasnya pembahasan pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal, maka kami membatasi cakupan ruang lingkup kegiatan ini, yakni:

1. Fluida (zat alir) adalah zat dalam keadaan bisa mengalir. Ada 2 macam fluida yaitu cairan dan gas, hampir semua bentuk air dan gas disebut dengan fluida. Fluida yang akan digunakan yaitu fluida cair dalam bentuk air.
2. Pompa terdiri dari beberapa jenis yaitu pompa rotari, pompa torak atau piston, dan pompa sentrifugal. Pompa yang akan dingunakan dalam pembuatan alat simulasi ini adalah pompa sentrifugal.
3. Memanfaatkan variasi fluida yaitu aliran tunggal pompa satu, aliran tunggal pompa dua, aliran seri, aliran paralel.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1. Tujuan Kegiatan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menjelaskan aliran fluida cair dengan variasi rangkaian aliran pompa sentrifugal.

1.4.2. Manfaat Kegiatan

1. Dapat menambah pengetahuan tentang aliran fluida pada bebebrapa rangkaian.
2. Dapat menambah wawasan penulis dan pembaca tentang kelebihan alat simulasi ini.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pompa Sentrifugal

Pompa adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan cairan dari satu tempat ketempat lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

Pompa sentrifugal termasuk salah satu jenis pompa pemindah non positif yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing kedalam pompa tekanan dinamis. Dimana pompa jenis ini memiliki impeller yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang rendah ke tekanan yang lebih tinggi. (Iwan, 2014)

Pompa sentrifugal merupakan pilihan utama karena pompa sentrifugal diperkenalkan oleh Denis Papin tahun 1689 di Eropa dan dikembangkan di Amerika Serikat pada awal tahun 1800-an.

Pada saat itu diproduksi untuk aplikasi head rendah yang mana fluida bercampur sampah dan benda padat lainnya. Pada awalnya mayoritas aplikasi pompa menggunakan pompa positif displacement. Tingkat kepopuleran pompa sentrifugal dimulai sejak adanya pengembangan motor elektrik kecepatan tinggi (*high speed electric motors*), turbin uap dan mesin pembakaran ruangan (*internal combustion engine*). Pompa sentrifugal merupakan mesin berkecepatan tinggi dan dengan adanya pengembangan penggerak kecepatan tinggi telah memungkinkan pengembangan pompa menjadi lebih efesien.

Sejak tahun 1940-an, pompa sentrifugal menjadi pompa pilihan untuk berbagai aplikasi. Riset dan pengembangan menghasilkan peningkatan kemampuan dan dengan ditemukannya material kontruksi yang baru membuat pompa memilki cakupan bidang yang sangat luas dalam penggunaannya. (Bendris, 2019)

Dari pendapat – pendapat diatas maka dapat disimpulkan pompa sentrifugal adalah alat yang digunakan untuk memindah fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan memanfaatkan energi kecepatan yang diubah menjadi energi tekanan.

2.2. Komponen-Komponen Pompa Sentrifugal

Jika ditinjau dari segi jumlah, komponen-komponen pompa sentrifugal yang dikemukakan oleh Iwan (2014) bahwa "1) stuffing box, 2) packing, 3) poros, 4) shaft sleeve, 5) vane, 6) casing, 7) eye of impeller, 8) impeller, 9) wearing ring, 10) bearing, 11) discharge nozzle." Pendapat yang hampir sama

dikemukakan pula oleh Sularso (2004) bahwa “1) Casing, 2) Impeller, 3) Shaft seal, 4) Bearing housing, 5) Shaft, 6) Lubricating reservoir, 7) Eye of impeller.”

Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa komponen utama pompa sentrifugal yaitu casing, impeller, saft seal, bearing, eye of impeller. Sedangkan komponen-komponen lainnya hanyalah komponen pendukung yang disesuaikan dengan penggunaannya. Sehubungan dengan dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini pendapat yang menjadi rujukan ialah pendapat dari sularso. karena berdasarkan pompa yang digunakan yaitu pompa dengan spesifikasi rendah.

2.3. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Daya putar dari penggerak mula (motor/turbin) diberikan pada poros pompa untuk memutar impeller, impeller yang berputar akan menghisap fluida lalu memutarkannya. Akibat dari putaran fluida cair yang cepat maka timbul gaya Sentrifugal yang besar sehingga cairan akan terlempar dan mengalami kenaikan kecepatan. Setelah keluar dari impeller, fluida akan mengalir dan ditampung pada saluran berbentuk spiral (volute) kemudian sebagian kecepatan aliran dirubah menjadi tekanan keluaran (discharge pressure). Jadi di dalam impeller, fluida mengalami kenaikan energi kinetik. (Iwan, 2014)

Pompa sentrifugal mempunyai sebuah impeler (roda jalan) yang terbenam didalam zat cair, untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Agar supaya bisa bekerja pompa membutuhkan daya dari mesin penggerak pompa. Didalam roda jalan zat cair mendapat percepatan sedemikian rupa sehingga fluida tersebut mempunyai kecepatan mengalir keluar dari sudu-sudu roda jalan. Bagian-bagian aliran fluida didalam pompa sentrifugal zat cair masuk ke pompa dari dekat sumbu impeler. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutarkan impeler yang terbenam di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran di antara sudu-sudu. Di sini head tekanan zat cair manjadi lebih tinggi. Demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Pompa sentrifugal dapat digolongkan lebih lanjut atas pompa volut dan pompa difuser. Pada pompa difuser, impeler memberi zat cair suatu percepatan yang relatif tinggi yang diubah oleh difuser menjadi tekanan. Pompa difuser disebut juga pompa tekanan tinggi, dimana sejumlah impeler digunakan secara urut dengan penomoran dan difuser yang terdiri dari pemandu sudu untuk mengurangi percepatan zat cair secara perlahan-lahan mengikuti masing-masing impeler. Pada pompa volut atau disebut juga pompa tekanan rendah zat cair yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) di sekeliling impeler dan disalurkan ke luar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini

sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan. Jadi impeler pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar. Selisih energi per satuan berat atau head total zat cair antara flens isap dan flens keluar pompa disebut head total pompa (Sularso, 2000)

Dari kedua prinsip kerja alat pompa sentrfugal di atas, pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang hampir sama yaitu dengan cara impeler yang akan menghisap fluida, lalu fluida cair yang dihisap akan mengalami kenaikan kecepatan setelah keluar dari impeler, kemudian fluida akan ditampung pada volute, kemudian kecepatan aliran dirubah menjadi energi tekanan. Dari segi fungsi pompa sentrifugal digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain.

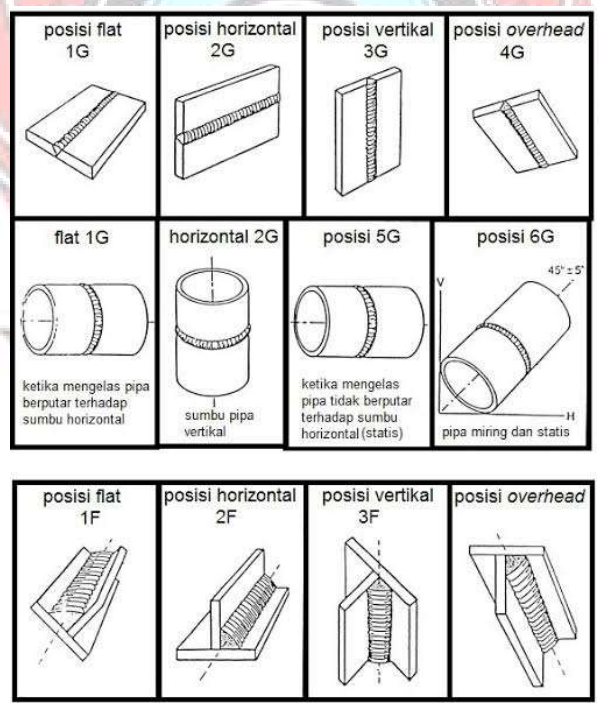
Maka dari itu dapat diambil kesimpulan bahwa prinsip kerja alat pompa sentrifugal yaitu dengan cara impeller akan menghisap fluida, lalu didalam impeller fluida akan mengalami perubahan energi kecepatan menjadi energi tekanan, setelah keluar dari impeller, fluida akan ditampung pada saluran yang berbentuk spiral (volute).

2.4. Dasar-Dasar Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal

Dalam pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal diperlukan sebuah meja yang menopang komponen – komponen instalasi

2.4.1. Kekuatan Pengelasan

Sambungan las merupakan sambungan tetap dan rapat. Sambungan las sangat bergantung pada pengerjaan, bahan elektroda las, dan bentuk sambungan las yang dikerjakan. Jenis-jenis sambungan las, yaitu: 1) las temu (*but join*), 2) las T (*T join*), 3) las sudut (*filled joint*), 4) las tumpang (*lap joint*).” (Sugeng dkk., 2001)



Gambar 2.2 Macam-macam Sambungan dan Posisi Pengelasan

- Tegangan tarik izin pada elektroda (σt_{izin})

$$\sigma t_{izin} = \frac{\sigma t_{max}}{V}$$

Dimana :

σt_{izin} = tegangan tarik yang diizinkan (N/mm^2)

σt_{max} = tegangan tarik elektroda (N/mm^2)

N = faktor keamanan

- Menghitung gaya pada pengelasan pada rangka

$$F = \sigma t.\ A$$

$$A = L \times a$$

Dimana :

F = Gaya pada pengelasan (N)

σt = Tegangan Tarik (N/mm^2)

A = Luas penampang pengelasan (mm^2)

L = Panjang pengelasan (mm)

a = Lebar pengelasan (mm)

- Mencari Tebal Pengelasan

T = Sin 45° . a

Dimana :

T = Tebal pengelasan (mm)

a = Lebar pengelasan (mm)

- Tegangan geser yang terjadi menurut (Suryanto, 1995;66) adalah:

$$\tau_g = \frac{F}{0{,}707.\ T.\ L.\ N}$$

Dimana :

τ_g = Tegangan geser (N/mm^2)

F = Gaya pada pengelasan (N)

T = Tebal pengelasan (mm)

L = Lebar pengelasan (mm)

N = Faktor keamanan

- Tegangan geser izin

$$\tau_{g\ izin} = 0{,}5 \times \sigma t_{izin}$$

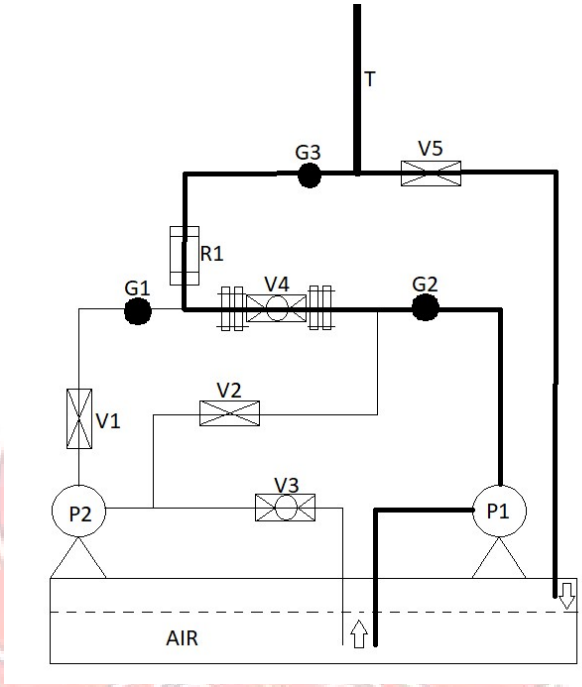
Dimana :

$\tau_{g\ izin}$ = Tegangan geser yang diizinkan (N/mm^2)

σt_{izin} = Tegangan tarik yang diizinkan (N/mm^2)

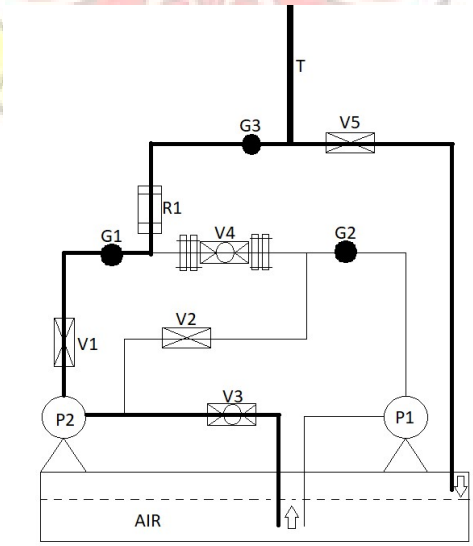
2.4.2. Rangkaian aliran fluida

1. Aliran Pompa Tunggal 1



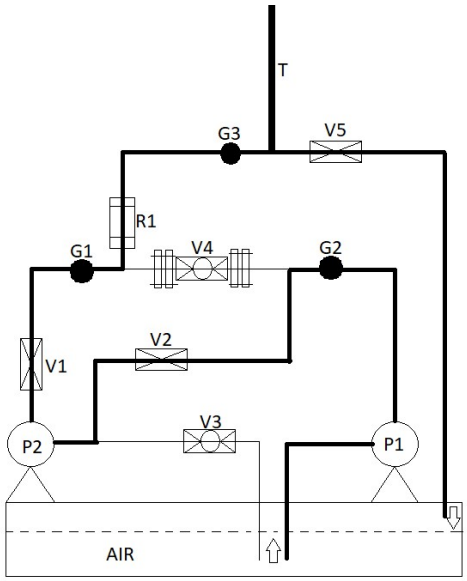
Gambar 2.3. Aliran Pompa Tunggal 1

2. Aliran Pompa Tunggal 2



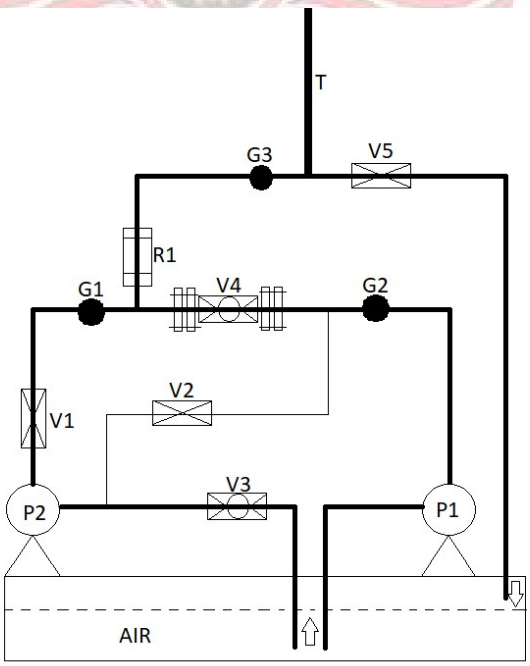
Gambar 2.4. Aliran Pompa Tunggal 2

3.Rangkaian Seri



Gambar 2.5. Aliran Seri

4.Rangkaian Paralel



Gambar 2.6. Aliran Paralel

Dengan dasar – dasar perhitungan sebagai berikut:

1. Debit Aliran

   Debit/kapasitas adalah volume fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu. Pengukuran dari kapasitas dilakukan dengan menggunakan rotameter. Dengan mengubah satuan dari (m^3/h) menjadi (m^3/s)

2. Kecepatan Aliran

   Kecepatan aliran sebagai kinerja aliran fluida dapat dirumuskan sebagai berikut:

   $V = \frac{Q}{A}$

   Dimana:

   V = Kecepatan aliran(m/s)

   Q = Debit aliran (m^3/s)

   A = Luas penampang pipa bagian dalam (m^2)

   Sebelum menghitung kecepatan aliran, terlebih dahulu harus menghitung luas penampang pipa dengan rumus sebagai berikut:

   $A = \frac{\pi}{4}\ d^2$

   Dimana:

   A = Luas penampang pipa bagian dalam (m^2)

   d = Diameter pipa (m)

3. Perhitungan Tinggi (Head)

   1. Tinggi (Head) Total Pompa

      Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Head pompa adalah energi persatuan berat yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai kondisi instalasi pompa atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang. Head dapat bervariasi pada penampang yang berbeda, tetapi pada kenyataannya selalu ada energi rugi. Head total pompa

yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa.

Kita dapat menentukan head total pompa dengan persamaan dibawah ini :

$H = Hs + Hd + \sum H$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

Hs = Panjang Pipa Hisap ke pompa (m)

Hd = Jarak pompa ke ujung paling atas (m)

$\sum H = h_k + h_f$

$h_k = k\frac{V^2}{2g}$ (Berbagai kerugian head sambungan; m).

$h_f = f\frac{L.V^2}{d\,2\,g}$ (Kerugian gesek pada pipa; m)

Head total pompa salah satunya dipengaruhi oleh berbagai kerugian pada sistem perpipaan yaitu gesekan dalam pipa, katup, belokan, sambungan, saringan dan lain-lain. Untuk menentukan head total yang harus disediakan pompa, perlu menghitung terlebih dahulu kerugian-kerugian pada instalasi. Dimana kerugiankerugian tersebut akan dijumlahkan untuk mengetahui kerugian head yang terjadi didalam instalasi.

2. Head statis total head potensial / elevasi adalah perbedaan ketinggian antara fluida pada sisi tekan dengan ketinggian fluida pada sisi isap.
3. Head kerugian gesek untuk zat cair didalam pipa

   Aliran fluida memiliki beberapa tipe aliran yaitu aliran laminar, turbulen, dan transisi. Untuk mengetahui suatu jenis aliran tersebut maka dapat digunakan perhitungan bilangan Reynold yaitu suatu bilangan yang tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran laminar, turbulen, dan transisi. Bilangan Reynold :

   $Re = \frac{V.d}{v}$

   Dimana :

V = Kecepatan aliran fluida (*m/s*)

d = Diameter pipa (*m*)

υ = Viskositas kinematis zat cair (m^2/s)

Bilangan reynold dapat digunakan untuk mengetahui aliran laminar atau aliran turbulen yang terjadi pada pipa. Aliran yang terjadi dalam pipa bisa dikatakan bersifat laminar jika Re < 2300 dan aliran dalam pipa bisa dikatakan bersifat aliran turbulen jika Re > 4000. Sedangkan aliran transisi terjadi pada kondisi diantara aliran laminar dan turbulen.

4. Head Kerugian Gesek Disepanjang Aliran Dalam Pipa

Untuk menghitung faktor gesekan antara dinding pipa dengan aliran fluida tanpa adanya perubahan luas penampang didalam pipa dapat dipakai rumus Darcy yang secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$hf = f\frac{L.V^2}{d\ 2\ g}$$

Dimana :

hf = Head kerugian gesek dalam pipa (*m*)

f = Faktor gesekan

L = Panjang pipa (*m*)

d = diameter dalam pipa (*m*)

v = Kecepatan aliran dalam pipa (*m/s*)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk menentukan faktor gesekan pada pipa isap dapat menggunakan diagram moody harus diketahui ε/d, telah diketahui ε/d kekasaran relatif pada pipa.

5. Head Kerugian Gesek Pada Berbagai Sambungan

Kerugian minor adalah kehilangan tekanan yang disebabkan oleh adanya gesekan yang terjadi pada katub-katub, sambungan belokan dan pada luas penampang yang tidak tetap. Fluida yang melewati belokan dan katup head loss minor tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$h_k = k\frac{V^2}{2g}$

Dimana:

k = Faktor kelengkungan pipa lekuk 90°

V = Kecepatan aliran dalam pipa (*m/s*)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

4. Operasi Pompa Seri Dan Paralel

Pada suatu kondisi dimana kapasitas atau head yang diperlukan tidak sesuai atau tidak dapat dicapai dengan menggunakan satu buah pompa saja, maka selanjutnya dapat digunakan dua pompa atau lebih untuk mencapai kapasitas dan head yang dibutuhkan dengan cara merangkai pompa tersebut secara seri maupun paralel. Seperti pada gambar berikut ini ditunjukan kurva head dan kapasitas dari sebuah pompa.

BAB III
METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pembuatan alat simulasi perawatan pompa sentrifugal ini dilaksanakan di Bengkel Las dan Lab Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Adapun waktu pelaksanakan pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal dimulai dari April 2021 sampai dengan Agustus 2021.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Adapun alat yang akan digunakan yaitu:

1. APD
2. Bor tangan
3. Ragum
4. Palu
5. Palu karet
6. Kertas gosok
7. Mata bor
8. Gerinda tangan
9. Kikir
10. Alat ukur (meteran, mistar baja, dll)

11. Siku las
12. Tang kombinasi
13. Penitik
14. Penggores
15. Mesin las
16. Kunci Pas
17. Tap Sney 1 inch

3.2.1. Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan yaitu:

1. Meja Simulasi
2. *Tee Stuck* 1 *inch*
3. Pompa 2
4. *Ball Valve* 1 *inch*
5. *Flange*
6. *Gate Valve* 1 *inch*
7. *Rotameter* 1 *inch*
8. Bak air
9. *Elbow* 1 *inch*
10. Pompa 1
11. Pipa galvanis 1 *inch*
12. *Pressuremeter*
13. Pipa *acrylic* 1 *inch*

3.3 Tahapan Pembuatan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal

Metode pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal ini terdiri atas beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

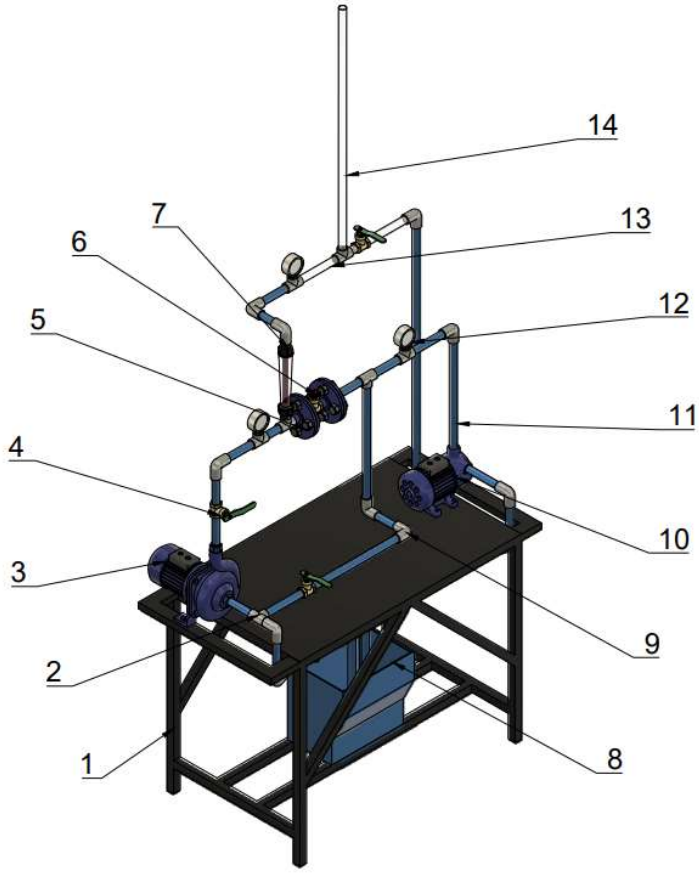
3.3.1. Tahap Perancangan

Kegiatan yang dilakukan pada tahapan perancangan diantaranya :

a. Merancang konsep alat simulasi pompa sentrifugal.

b. Membuat gambar kerja komponen-komponen alat simulasi pompa sentrifugal menggunakan software Autodesk Fusion360.

Berikut ini merupakan gambaran konsep rancangan simulasi pompa sentrifugal yang akan dibuat:



Gambar 3.1. *Assembly alat simulasi pompa sentrifugal*

Keterangan:

1. Meja

2. *Tee Stuck* 1 *inch*
3. Pompa 2
4. *Ball Valve* 1 *inch*
5. *Flange*
6. *Geat Valve* 1 *inch*
7. *Rotameter* 1 *inch*
8. Bak air
9. *Elbow* 1 *inch*
10. Pompa 1
11. Pipa galvanis 1 *inch*
12. *Pressuremeter*
13. Pipa *acrylic* 1 *inch*
14. Tower

3.3.2. Tahap Pembuatan

Setelah perencanaan selesai tahap selanjutnya yaitu tahap pembuatan. Proses pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal yang dilakukan di bengkel mekanik dan bengkel las Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Dalam proses pembuatan simulasi pompa sentrifugal perlu diperhatikan urutan ataupun prosedur baik dari perancangan yang akan dibuat maupun prosedur pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal. Adapun langkah–langkah proses pembuatan alat simulasi ini dilakukan, sebagai berikut :

a. Pembuatan rangka meja.
b. Membuat ulir pada pipa.
c. Pemasangan pompa air pada meja.

d. Merakit komponen - komponen lain.

e. Uji fungsi alat.

f. Selesai.

Adapun penjelasan langkah-langkah pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal sebagai berikut:

a. Pembuatan rangka meja

Pertama, potong besi siku berjumlah empat dengan Panjang 80 cm sebagai kaki meja, kemudian potong besi plat 3m dengan ukuran 1000×600×800mm. sebagai permukaan datar meja. Kemudian disatukan kaki-kaki dan permukaan datar meja menggunakan alat pengelasan.

Gambar 3.2. Rangka Meja

b. Instalasi perpipaan

Sebelum melakukan instalasi perpipaan terlebih dahulu mempersiapkan pipa galvanis ukuran 1 inch dengan ketebalan 3,2 mm dan

memotong pipa dengan Panjang yang telah ditentukan, untuk menyambungkan pipa tersebut perlu dilakukan penguliran di kedua ujung pipa dengan alat ulir pipa yang biasa disebut senai pipa, pilih mata senai untuk ukuran 1 inch.

Tandai pipa sepanjang 2,5 cm dan dicekam menggunakan ragum, set senai pada ujung pipa sambil ditekan dan putar tangkai snei secara bertahap searah jarumm jam sambal diberikan pelumasan. Setelah ulir pipa mencapai 2,5 cm hentikan putaran snei, lalu keluarkan snei dengan membalik arah putaran snei. Pipa siap di instalasikan diatas permukaan meja.

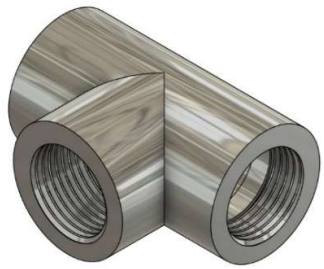
c. Menyiapkan komponen standar

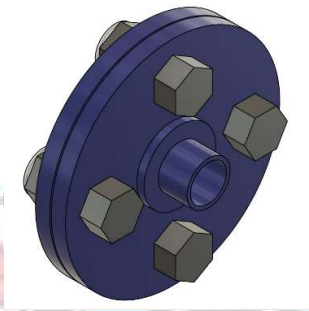
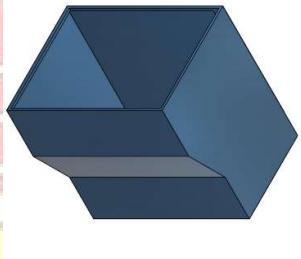
Dalam pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal terdapat beberapa komponen standar yang tidak dibuat akan tetapi dibeli dipasaran. Semua komponen standar yang terdapat dalam pembutan alat simulasi ini terdiri dari:

Tabel 3.1. Komponen - komponen yang digunakan

NO.	Gambar Komponen	Nama Komponen	Keterangan
1.		Pompa 2 DB Queen 125 watt	Standard

2.		Pompa 1 San – Ei 125 wat	Standar
3.		*Pressure meter*	Standar
4.		*Geat Valve* 1 *inch*	Standar
5.		*Ball Valve* 1 *inch*	Standar

6.		*Elbow* 90˚ 1 *inch*	Standar
7.		*Tee* 1 inch	Standar
8.		Pipa Besi 1 inch	Standar
9.		Pipa Acrylic	Standar

10.		Rotameter	Standar
11.		Flange	Standar
12.		Bak Air	Standar

3.3.3. Tahap Pengujian Alat

Proses pengujian merupakan hal yang sangat penting karena dengan melakukan pengujian kita dapat mengetahui apakah alat yang kita buat sudah sesuai dengan yang kita harapkan atau belum. Prosedur pengujian alat simulasi perawatan pompa sentrifugal sebagai media pembelajaran ini, dimulai dari alat dihidupkan (*ON*) hingga alat tersebut dimatikan (*OFF*).

Langkah-langkah prosedur pengujian alat simulasi ini sebagai berikut:

Langkah-langkah proses pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Alat dan bahan uji disiapkan terlebih dahulu.
2. Pastikan katub di buka sesuai aliran yang diperlukan sebelum alat di *ON*kan.
3. Melakukan proses kerja dari alat simulasi dengan mengaktifkan saklar *ON/OFF*.
4. Mengamati hasil dari proses kerja alat simulasi.
5. Langkah-langkah tersebut diatas diulang beberapa kali untuk mendapatkan data dan hasil yang baik serta untuk melihat kelayakan operasional alat.

3.4. Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh melalui pengujian akan diuji secara deskriptif, yaitu memberikan gambaran tentang hasil dari proses kerja alat simulasi yang menunjukkan aliran fluida pada Alat Simulasi Pompa.

3.5.Diagram Alir

Adapun bagan alir dalam proses pembuatan alat pelubang tanah dapat dilihat pada gambar berikut:

BAB IV
HASIL DAN DISKRIPSI

4.1.Hasil Pembuatan Alat Simulasi

4.1.1. Hasil Pembuatan Meja

Jenis las yang digunakan dalam pembuatan rangka meja ini adalah las listrik. Pada pengelasan masing-masing lebar 3 mm dan panjang 30 mm dengan ketebalan 2mm. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dengan ukuran diameter minimum yaitu 2,6 mm. Jenis elektroda yang digunakan adalah E6013 dengan kekuatan tarik maksimum 62 kpsi.

Tegangan tarik maksimum elektroda:

1 ksi = 6,894 N/mm^2

σt_{max} = 62 . 6,894

= 427,428 N/mm^2

Tegangan tarik izin elektroda:

$\sigma t_{izin} = \frac{\sigma t\ max}{v}$

$= \frac{427,428}{5}$

= 85,4856 N/mm^2

Gaya pengelasan pada rangka:

F = σt x A

A = L x a

= 30 mm x 3 mm

= 90 mm^2

F = 85,4856 N/mm^2 x 90 mm^2

F = 7693,704 N

Tegangan geser yang terjadi :

$$\tau_g = \frac{F}{0{,}707 \,.\, T \,.\, L \,.\, N}$$

N = Faktor keamanan

= 5

T = Tebal pengelasan

T = 0,707 x a

= 0,707 x 3

= 2,121 mm

$$\tau_g = \frac{F}{0{,}707 \,.\, T \,.\, L \,.\, N}$$

$$= \frac{7693{,}704\ N}{0{,}707 \,.\, 2{,}121 \,.\, 30 \,.\, 4}$$

$$= \frac{7693{,}704\ N}{179.9}$$

= 20,86 N/mm^2

Tegangan geser izin

$\tau_{g\ izin}$ = 0,5 x σt

= 0,5 x 85,4856 N/mm^2

= 42,7428 N/mm^2

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pengelasan aman, karena tegangan geser izin lebih besar dari tegangan geser pengelasan (42,7428 N/mm^2 > 20,86 N/mm^2)

4.1.2. Hasil Pengujian Alat Simulasi

Pengujian dan pengambilan data pada alat simulasi ini dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat uji terlebih dahulu.
2. Mengatur saluran masuk air pada instalasi pipa mengunakan keran dan memastikan pompa beroprasi sesuai aliran yang diinginkan.
3. Menghidupkaan pompa penggerak 1 dan pompa penggerak 2 jika dibutuhkan.
4. Pengambilan data debit aliran pada rota meter dan menghitung waktu yang dicapai menggunakan *stop watch*.

4.2. Perhitungan pada variasi aliran.

Tabel 4.1. Data hasil Pengujian

Rangkaian	Qmax. m^3/s	L (m)	D (m)	g m/s	Hs (m)	Hd (m)	f	u (m^2/s)	A (m^2)
Tunggal 1	0,000444	1,165	0,0254	9,81	0,49	0,355	0,035	$1{,}005\times10^{-6}$	0,0005
Tunggal 2	0,000944	1,37	0,0254	9,81	0,49	0,355	0,035	$1{,}005\times10^{-6}$	0,0005
Seri	0,0005	2,745	0,0254	9,81	0,49	0,355	0,035	$1{,}005\times10^{-6}$	0,0005
Paralel	0,001305	2,535	0,0254	9,81	0,49	0,355	0,035	$1{,}005\times10^{-6}$	0,0005

Tabel 4.2. Nilai k dari berbagai Rangkaian

Rangkaian	Elbow (0,9)	Tee (1,8)	Gate Valve (0,19)	Ball Valve (10)	k
tunggal 1	5	3	1		10,9
tunggal2	5	3	1	1	29,99
seri	7	5		2	35,3
paralel	10	6	2	1	30,18

Tabel 4.3. Data Hasil Perhitungan

Rangkaian	V (m/s)	Re	h_f (m)	h_k (m)	Htot (m)
Tunggal 1	0,888	22442,99	0,0645189	0,43808	1,3476
Tunggal 2	1,888	47716,62	0,342973	5,4485563	6,63653
Seri	1	25273,63	0,192787	1,79918451	2,83697
Paralel	2,61	65964,18	1,2128143	10,4785514	12,5364

4.2.1. Perhitungan pada pompa 1

a. Head kerugian gesek pada pipa lurus hisap dengan bilangan Reynold

$$Re = \frac{V.d}{\upsilon}$$

Ket: $V = 0{,}888\ m/s$

$d = 0{,}0254\ m$

$\upsilon = 1{,}005\times10^{-6}\ m^2/s$

Re = $\frac{0{,}888\ m/s\times0{,}0254\ m}{1{,}005\times10^{-6}\ m^2/s}$

Re = 22442.99 (turbulen)

Untuk menentukan faktor gesekan pada pipa isap dapat menggunakan diagram moody harus diketahui ε/d, telah diketahui ε/d kekasaran relatif pada pipa yaitu: 0,008. Dari diagram moody didapat faktor gesekan pada pipa isap yaitu f = 0,035

b. Head kerugian gesek disepanjang aliran dalam pipa hisap

$h_f = f\frac{L.V^2}{d\ 2\ g}$

Ket: $f = 0{,}35$

$L = 1{,}37\ m$

$V = 0{,}888\ m/s$

$d = 0{,}0254\ m$

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

$h_f = f\frac{L.V^2}{d\ 2\ g}$

$h_f = 0{,}035\ \frac{1{,}165\ m.0{,}888\ m/s\ ^2}{0{,}0254\ m\times2\times9{,}81\ m/s^2}$

$h_f = 0{,}0645189\ m$

c. Head kerugian gesek pada sambungan

Dimana:

Elbow = 0,9 × 5 = 4,5

Tee = 1,8 × 3 = 5,4

Gate valve = 0,19

k = 4,5 + 5,4 + 0,19

k = 10,09

$h_k = k\frac{V^2}{2g}$

$h_k = 10{,}09\ \frac{0.888\ m/s\ ^2}{2\times9.81\ m/s^2}$

h_k = 0,43808 m

maka:

$\sum H = h_f + h_k$

$\sum H = 0{,}0645189 + 0{,}43808$

$\sum H = 0{,}5025989\ m$

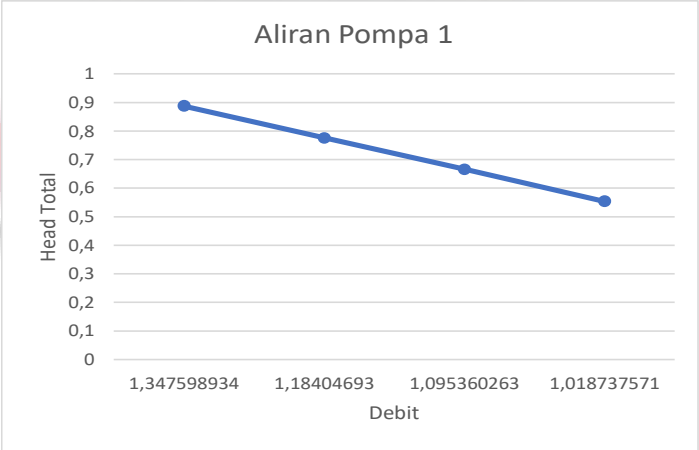
d. Head total

Htot = hs + hd + ∑H

= 0,49 + 0,355 + 0,5025989
= 1,3476 *m*

Tabel 4.4 . Data Hasil Pengujian Aliran Pompa 1

Q (m^3/s)	A (m^2)	V (m^2/s)	Re	h_f (m)	h_k (m)	H (m)
0,000444	0,0005	0,888	22442,99	0,0645189	0,43808	1,347599
0,000388	0,0005	0,776	19612,34	0,0045047	0,3345422	1,184047
0,000333	0,0005	0,666	16832,24	0,0039403	0,24642	1,09536
0,000277	0,0005	0,554	14001,59	0,0032287	0,1705089	1,018738

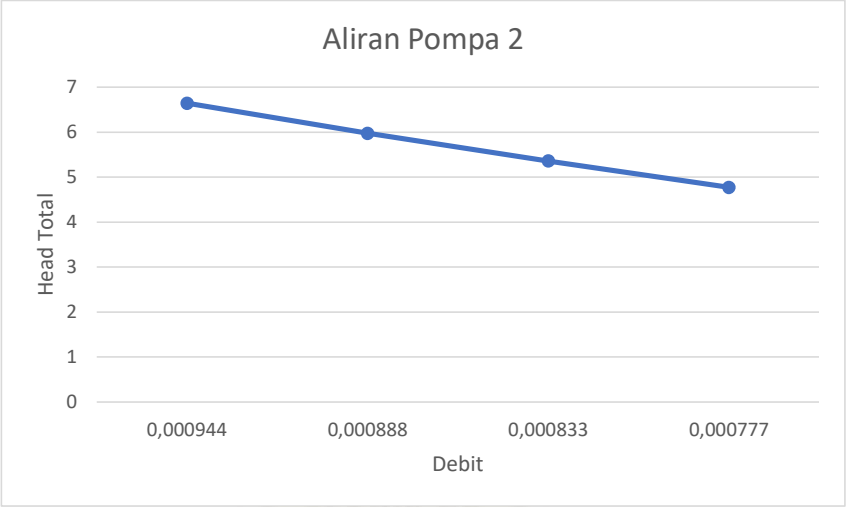


Gambar 4.1. Grafik Aliran Pompa 1

4.2.2. Perhtungan Pompa 2

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Aliran Pompa 2

Q (m^3/s)	A (m^2)	V (m^2/s)	Re	h_f (m)	h_k (m)	H (m)
0,000944	0,0005	1,888	47716,62	0,342973	5,4485563	6,636529
0,000888	0,0005	1,776	44885,97	0,3034882	4,8212914	5,96978
0,000833	0,0005	1,666	42105,87	0,2670582	4,2425548	5,354613
0,000777	0,0005	1,554	39275,22	0,2323582	3,6913013	4,768659

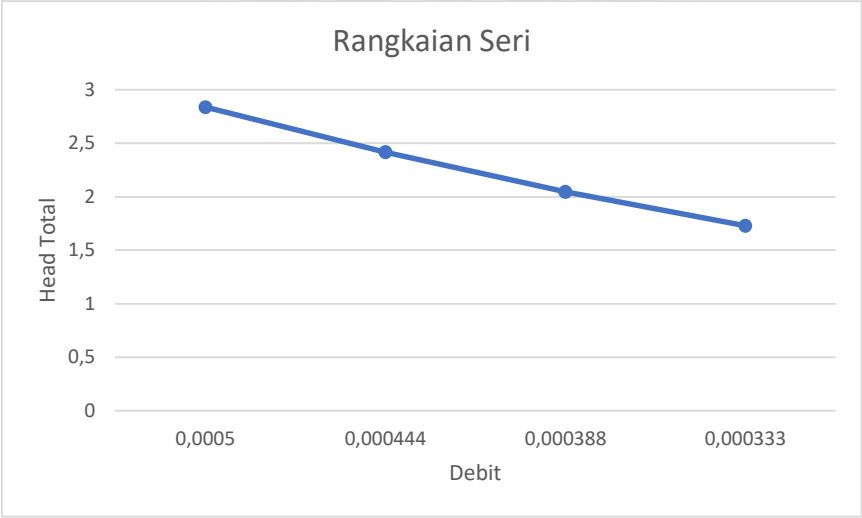


Gambar 4.2. Grafik Aliran Pompa 2

4.2.3. Perhitungan Aliran pada Rangkaian Seri

Tabel 4.6. Hasil Pengujian pada Rangkaian Seri

Q (m^3/s)	A (m^2)	V (m^2/s)	Re	h_f (m)	h_k (m)	H (m)
0,0005	0,0005	1	25273,63	0,192787	1,7991845	2,836971
0,000444	0,0005	0,888	22442,99	0,152021	1,4187361	2,415757
0,000388	0,0005	0,776	19612,34	0,1160917	1,0834257	2,044517
0,000333	0,0005	0,666	16832,24	0,0855118	0,7980391	1,728551

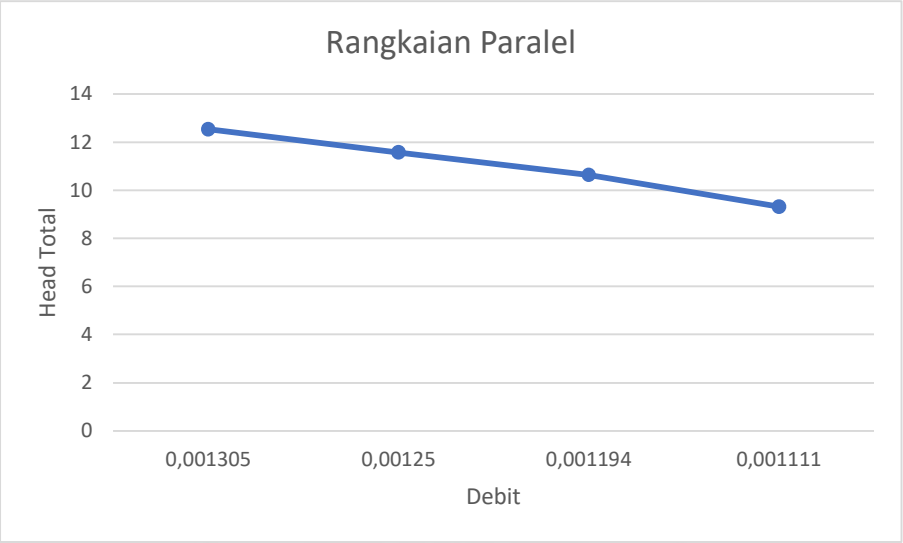


Gambar 4.3. Grafik Aliran pada Rangkaian Seri

4.2.4. Perhitungan Aliran pada Rangkai Paralel

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Aliran pada Rangkaian Paralel

Q (m^3/s)	A (m^2)	V (m^2/s)	Re	h_f (m)	h_k (m)	H (m)
0,001305	0,0005	2,61	65964,18	1,2128143	10,478551	12,53637
0,00125	0,0005	2,5	63184,08	1,112739	9,6139144	11,57165
0,001194	0,0005	2,388	60353,43	1,0152709	8,7718032	10,63207
0,001111	0,0005	2,222	56158,01	0,8790253	7,5946601	9,318685



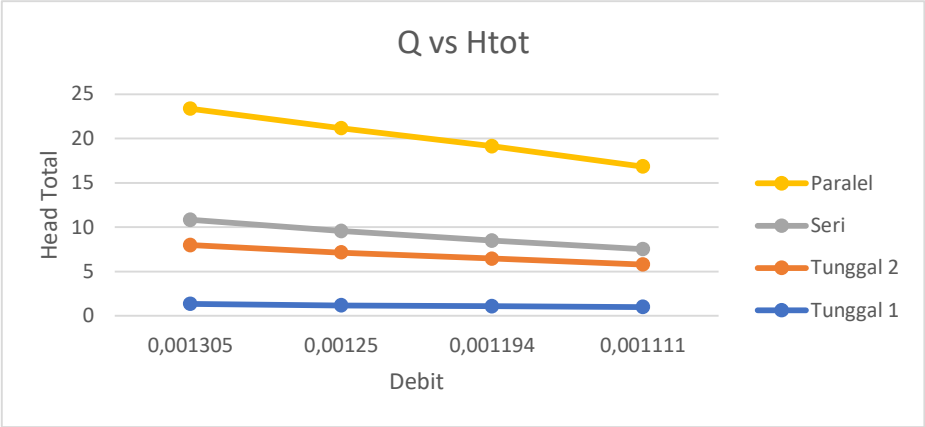
Gambar 4.4. Grafik Aliran pada Rangkaian Paralel

4.3. Diskripsi

Pembuatan alat simulasi pompa sentrifugal ini dibuat karena keterbatasan fungsi pompa yang ada di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Alat ini terdiri dari berbagai komponen. Komponen - komponen utama terdiri dari pompa, meja, pipa, sambungan pipa dan alat ukur.komponen-komponen dirakit sesuai desain yang kemudian menghasilkan Alat Simulasi Pompa Sentrifugal Sebagai Media Pembelajaran.

Setelah Alat Simulasi Pompa Sentrifugal Sebagai Media Pembelajaran ini selesai dirakit, selanjutnya meja dan instalasi perpipaan dicat untuk memperindah alat ini. Lalu diadakan ujicoba alat untuk mendapatkan data yang diinginkan, dalam proses ujicoba alat simulasi pompa sentrifugal menggunakan fluida cair yaitu air.

Berikut data yang telah didapat yang dibuat dalam bentuk grafik:



Hasil dari pembahasan dan analisis yang dilakukan pada pengambilan data ini sebagai berikut:

1. Pada pengujian pompa yang telah diuji dengan pembukaan katup secara penuh maka rangkaian instalasi paralel yang menghasilkan jumlah debit yang paling besar dibandingkan rangkaian instalasi seri, Tunggal satu dan Tunggal dua.

2. Semakin rendah nilai head pompa, maka debit air yang dihasilkan akan semakin besar begitu juga sebaliknya, besar dan kecilnya head pompa yang didapatkan juga dipengaruhi oleh pembukaan katup.

3. Setelah dilakukan pengujian alat dinyatakan bahwa aliran tunggal I, aliran tunggal II, aliran seri dan aliran paralel merupaka jenis aliran turbulen.

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan yaitu alat simulasi pompa sentrifugal sebagai media pembelajaran ini dapat merealisasikan aliran fluida cair serta memahami cara kerja dari pompa dan dapat membaca alat ukur yang yang ada pada rangkaian perpipaan.

5.2. Saran

Mengingat masih adanya kekurangan dalam pengerjaan alat ini maka beberapa masukan berikut ini bisa menjadi pertimbangan:

1. Alat ini dapat dikembangkan dengan menambahkan alat ukur tambahan pada instalasi pipa.
2. Memberikan sistem otomatis pada pompa atau memakai pompa dengan sistem otomatis.
3. Menambahkan flange pada instalasi pipa sehingga dapat dilakukan sistem bongkar pasang pada saat praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Pratama, Surya . 2017. “Analisa Kinerja Aliran Fluida Pada Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Panjang Sudu Impeller”. *Jurnal Teknik Mesin*, Medan: Program Studi Teknik Mesin, UMSU.

Bendris, Hutabarat. 2019, “Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal dengan Variasi Head". Medan: Universitas Medan Area.

Handayani, Teli. 2007. “Prestasi Pompa Sentrifugal Dengan Impeller Tertutup Sebagai Turbin Air”, *Laporan Tugas Akhir*, Yogyakarta: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Iwan, Nugraha Gusniar. 2014.*”*Optimalisasi Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal di Unit Utility PT. ABC*”.Jurnal Ilmiah Solusi* (Vol.1). Karawang: Universitas Singaperbangsa Karawang.

M. White, F. dan Hariandja, Manahan. 1988. Mekanika Fluida (terjemahan). Erlangga, Jakarta.

Manga, J. B. 1990. “Dasar - dasar Pompa dan Perencanaan”. Skripsi. Ujung Pandang: Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Sularso. dkk. 2000. Pompa dan Kompresor. Pradnya Paramita, cetakan ke tujuh. Jakarta: PT Praditya Paramita.

Sulistya, W. 2013. Perencanaan Perawatan dan Perbaikan Alat Peraga Perawatan Instalasi Pompa Jenis Pompa Sentrifugal - Kapasitas 30 L/min. Jurnal Teknik Mesin, Vol.2, No.1.

Suryanto. 1995. *Elemen Mesin I*. Bandung : Pusat Pengembang Pendidikan Politeknik.

Suryanto. 1995. *Elemen Mesin II*. Bandung : Pusat Pengembang Pendidikan Politeknik.

Yuliani, 2017. “Analisa Perbandingan Kinerja Pompa Sentrifugal dengan Pengaturan Bukaan Katup”. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru* (Vol 5). Pekanbaru: STT Pekanbaru.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Pompa

Pompa	Spesifikasi
	DB QUEEN model: **CPM-130** Daya : 220 v / 0.5 HP. / 0.37 kW Tinggi Dorong : 16 m Tinggi Hisap: 9 m Kapasitas : 80 L/menit
	SAN-EI model: **SE-125A** Daya : 220 v / 0.5 HP. / 0.37 kW Tinggi Total: 33 m Tinggi Dorong : 24 m Tinggi Hisap: 9 m Kapasitas : 30 L/menit

Lampiran 2 Kekuatan Tarik Pengelasan

NO Elektroda AWS	Kekuatan Tarik (kpsi)	Kekuatan Mulur (kpsi)	Regangan
E 60 XX	62	50	17-25
E70 XX	70	57	22
E 80 XX	80	67	19
E 90 XX	90	77	14-17
E 100 XX	100	87	13-16

E 120 XX	120	97	14

. Catatan :

1 kpsi = 6894,757 N/m^2

AWS = American Welding Society untuk elektroda

62 kpsi = 427 Mpa

Sumber : Pembuatan welding Stand Untuk Semua Posisi. Makassar : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.Hal 36

Lampiran 3. Tabel Koefisien Kekerasan Pipa

BAHAN PIPA	ε (mm)
Pipa-pipa dari tembaga/kuningan, timah hitam, kaca, cement yang dikerjakan halus (centrifugally spun cement), bituminous lining, transite	0,002
Baja komersil atau besi tempa, baja las ...	0,05
Asphalt-dipped cast iron	0,1
Besi yang digalvanis	0,2
Cast Iron (umumnya)	0,3
Stave kayu (wood stave)	0,2 - 1.0
Beton (Concrete)	0,3 - 3.0
Baja keling (riveted steel)	1 - 10

CS Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 4. Tabel Massa Jenis Fluida

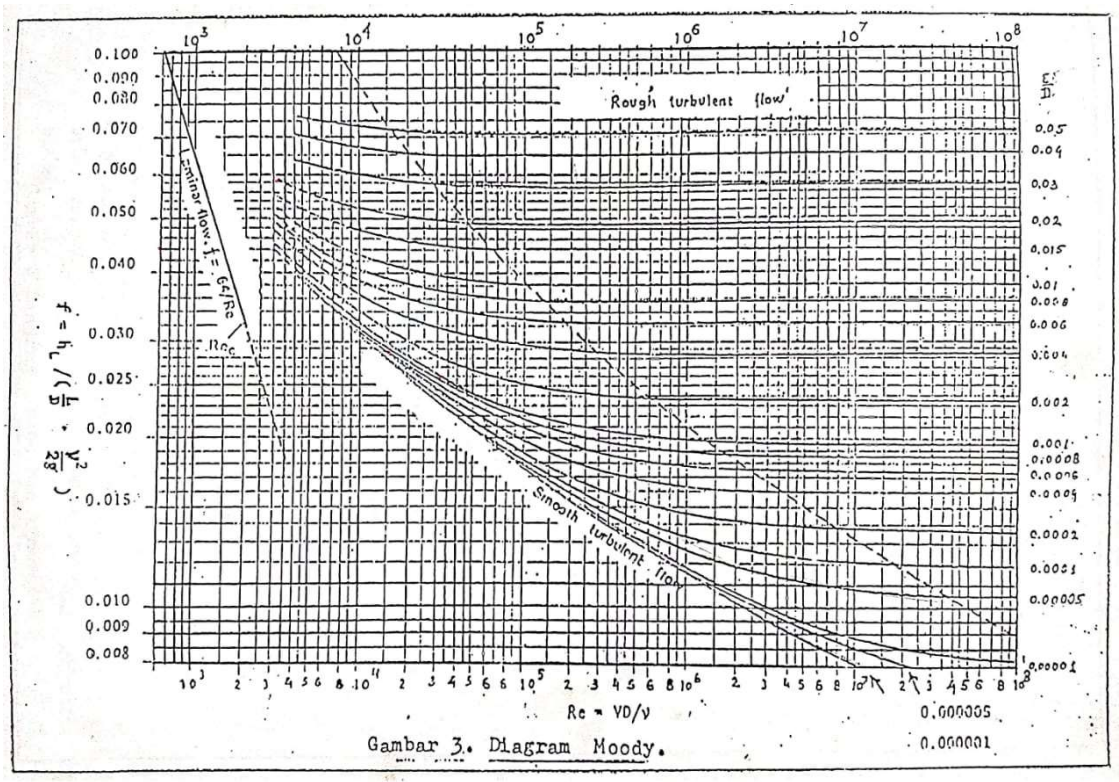
Physical properties of water (SI units)

Temperature T (°C)	Specific Weight γ (kN/m³)	Density[a] ρ (kg/m³)	Dynamic Viscosity[b] μ (× 10⁻³ kg/m·s)	Kinematic Viscosity ν (× 10⁻⁶ m²/s)	Surface Tension[c] σ (N/m)	Modulus of Elasticity[a] E (× 10⁹ N/m²)	Vapor Pressure P_v (kN/m²)
0	9.805	999.8	1.781	1.785	0.0765	1.98	0.61
5	9.807	1000.0	1.518	1.519	0.0749	2.05	0.87
10	9.804	999.7	1.307	1.306	0.0742	2.10	1.23
15	9.798	999.1	1.139	1.139	0.0735	2.15	1.70
20	9.789	998.2	1.002	1.003	0.0728	2.17	2.34
25	9.777	997.0	0.890	0.893	0.0720	2.22	3.17
30	9.764	995.7	0.798	0.800	0.0712	2.25	4.24
40	9.730	992.2	0.653	0.658	0.0696	2.28	7.38
50	9.689	988.0	0.547	0.553	0.0679	2.29	12.33
60	9.642	983.2	0.466	0.474	0.0662	2.28	19.92
70	9.589	977.8	0.404	0.413	0.0644	2.25	31.16
80	9.530	971.8	0.354	0.364	0.0626	2.20	47.34
90	9.466	965.3	0.315	0.326	0.0608	2.14	70.10
100	9.399	958.4	0.282	0.294	0.0589	2.07	101.33

Lampiran 5. Tabel Faktor Kerugian Berbagai Sambungan

BENTUK SAMBUNGAN	k
Katup bundar (Globe valve), terbuka	10
Katup sudut (angle valve), terbuka	5
Close return bend (lengkungan tidak dengan aliran kembali)	2,2
Sambungan bentuk T (T, trough side outlet)	1.8
Sambungan siku dengan jari-jari pendek (Short radius elbow)	0,9
Sambungan siku dengan jari-jari medium	0,75
Sambungan siku dengan jari-jari panjang	0,60
Sambungan sudut 45° (45° - elbow)	0,42
Katup gerbang (Gate valve), terbuka	0,19
Sudut tajam masuk ke pipa (Sharp-edged entranceto pipe)	0,5
Re-entrant entrance to pipe	10
Pembesaran tiba-tiba A_1 ke A_2 (sudden enlargement)	$(1-\frac{A_1}{A_2})^2$

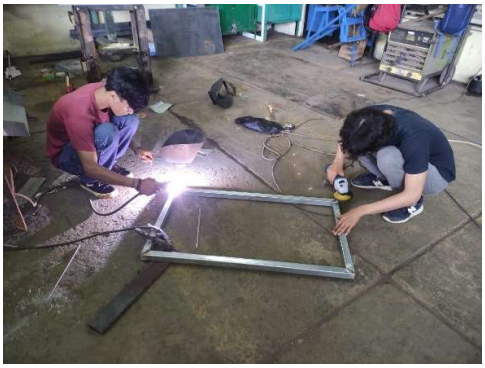
Lampiran 6. Diagram Moody



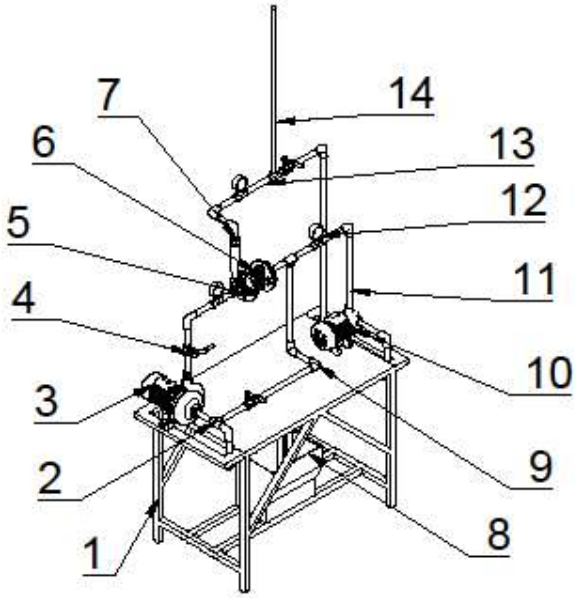
Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 6. Foto Hasil dan Proses Pengambilan Data

Lampiran 7. Foto Proses Pembuatan

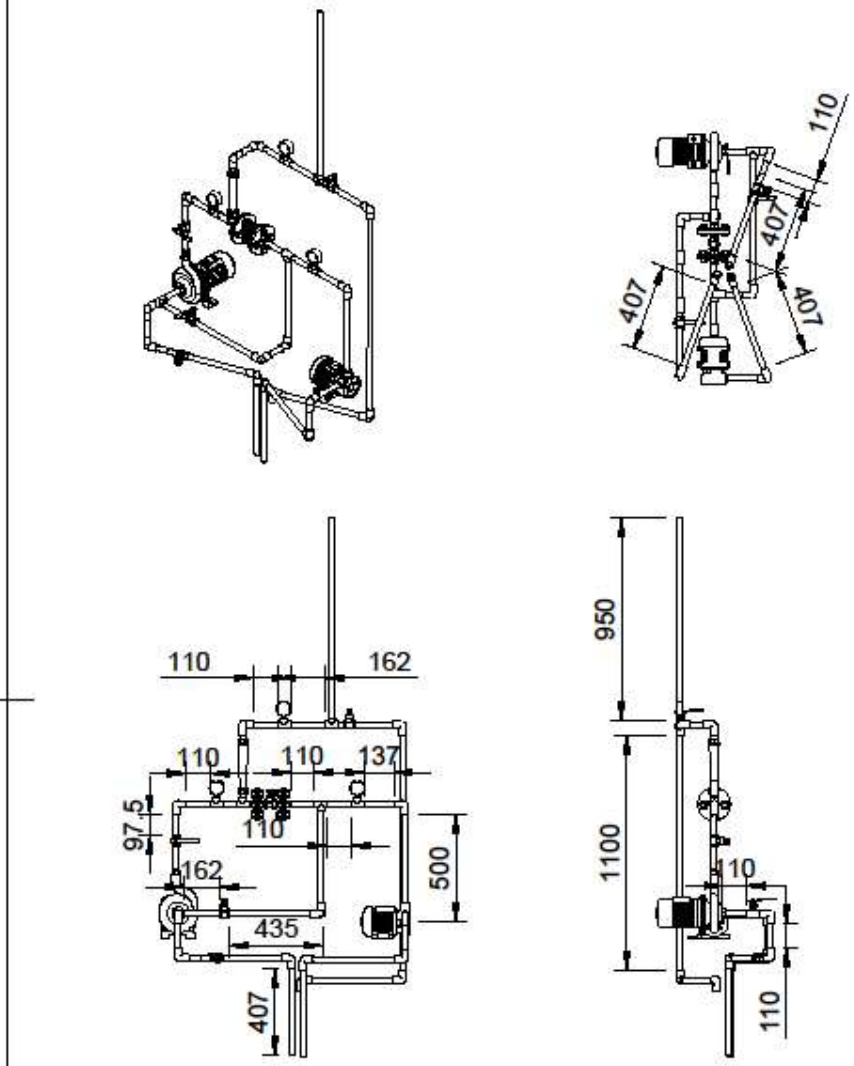


Tol. ± 1 mm



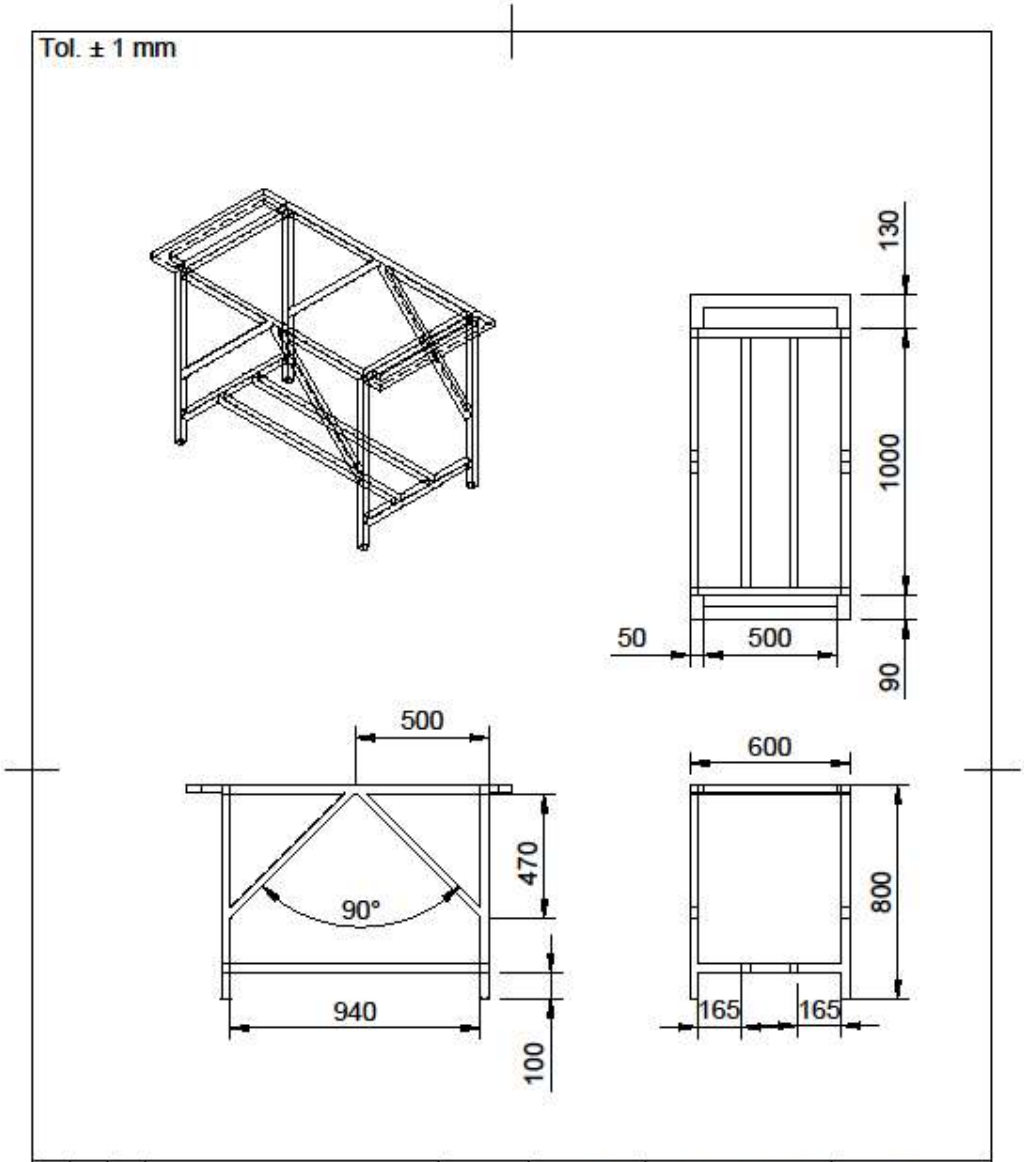
		1	Tower	14	Akrilik	Ø25	Dibeli
		1	Pipa Pvc	13	Pvc	Ø25.4	Dibeli
		3	Pressuremeter	12	Besi/kuningan	Ø101.6xØ12.7	Dibeli
		1	Pipa Galvanis	11	Galvanis	Ø25.4	Dibeli
		1	Pompa 1	10	Impeler kuningan	220v/50Hz	Dibeli
		15	Elbow	9	Galvanis	Ø25.4	Dibeli
		1	Bak Air	8	Plastik	±20 liter	Dibeli
		1	Rotameter	7	Durabl Plastic	Ø25.4	Dibeli
		2	Geat Valve	6	Kuningan	Ø25.4	Dibeli
		4	Flange	5	Baja	Ø25.4	Dibeli
		3	Ball Valve	4	Kuningan	Ø25.4	Dibeli
		1	Pompa 2	3	Impeler kuningan	220v/50Hz	Dibeli
		6	Tee Stuck	2	Galvanis	Ø25.4	Dibeli
		1	Rangka	1	Holo Galvanis	1000x600x800	Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

III	II	I			Proyeksi		
			Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media pembelajaran	Skala 1:25	Digambar	Team	02/09
					Diperiksa	MMR	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG	TM/ 34118037 34118040 34118043		01/02	



		1	Instalasi Perpipaan	11	Pipa Galvanis	1 inch	Dibeli
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I					

Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media pembelajaran	Skala 1:25	Digambar	Team	02/09
		Diperiksa	MMR	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG	TM/	34118037 34118040 34118043	02/02	



		1	Rangka	1	Holo Galvanis	1000x600x800	Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I					

Alat Simulasi Pompa Sentrifugal sebagai Media pembelajaran	Skala 1:10	Digambar	Team	02/09
		Diperiksa	MMR	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG	TM/ 34118037 34118040 34118043		02/02	

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Jalaluddin Jumhur/M. Oemar Assad/Muhaemin
NIM : 34118037/34118040/34118043

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
-	Mustang	• Perbaiki daftar isi, urutan - Ringkasan dipersendiri. - Rumusan •) Latar belakang diperjelas. •) Tujuan perbaiki •) perbaiki tinjauan pustaka •) hal 7-9 (isi perlu gambar) •) wajib perjilid •) Perbaiki daftar pustaka, perjelas daftar referensi.	18/10/21
•	Tri Agus Susanto	→ Perbaiki gambar, tambah? → Nomenklatur perbaiki oke → Penulisan Judul Bab. oke → Hubungi dosen penguji yg lain berangkutan.	ole 18/10/21
•	Pria Gautama	• Perbaiki penulisan • Hubungi penguji yg.	18/10/21
•	Luther Sonda	• Perbaiki latar belakang. • Perbaiki penulisan Judul.	20/09 '21

Makassar,
Ketua / Sekretaris Panitia Ujian Sidang,

Ir. Luther Sonda, M.T.
NIP 19580815 198811 1 001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasikan secepatnya ke bagian Akademik.

POLITEKNIK NEGERI
UJUNG PANDANG