

## **SKRIPSI**

# **RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PIPA UJI RUGI-RUGI ALIRAN DENGAN MESIN POMPA AIR OTOMATIS**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Sumatera Barat*



**Di Susun Oleh:**

**JODY AGUSMAL**  
**191000221201031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
BUKITTINGGI**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI  
RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PIPA UJI  
RUGI-RUGI ALIRAN DENGAN MESIN POMPA AIR  
OTOMATIS**

Oleh:

Jody Agusmal  
191000221201031

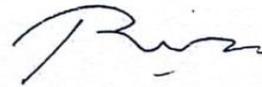
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Muchlisinatuhammadin.S.T.,M.T.  
NIDN. 10.0905.8002

Dosen Pembimbing II



Riza Muharni.S.T.,M.T.  
NIDN. 10.01127804

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat



MASRIL.S.T.,M.T.  
NIDN. 10.0505.7407

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

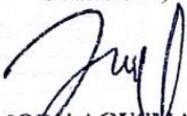


RUDI KURNIAWAN ARIEF.S.T., M.T., Ph.D  
NIDN. 10.2306.81

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 20 Maret 2024 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 20 Maret 2024  
- Mahasiswa,

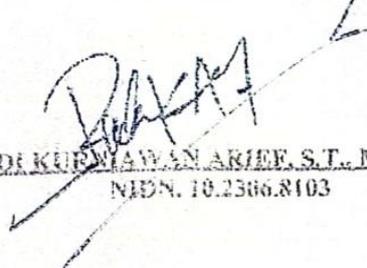
  
JODY AGUSMAL  
171000221201031

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal .....

1. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T
2. Riza Muharni, S.T., M.T
3. Desmarita Leni, S.Pd., M.T

1.   
2.   
3. 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
RUDI KURNIAWAN ARIEF, S.T., M.T., Ph.D  
NIDN. 10.2386.8103

## LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jody Agusmal

NIM : 191000221201031

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PIPA UJI RUGI  
RUGI ALIRAN DENGAN MESIN POMPA AIR  
OTOMATIS

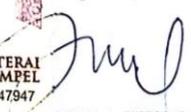
Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 20 Maret 2024

Yang menyatakan,

  
**JODY AGUSMAL**  
191000221201031

## ABSTRAK

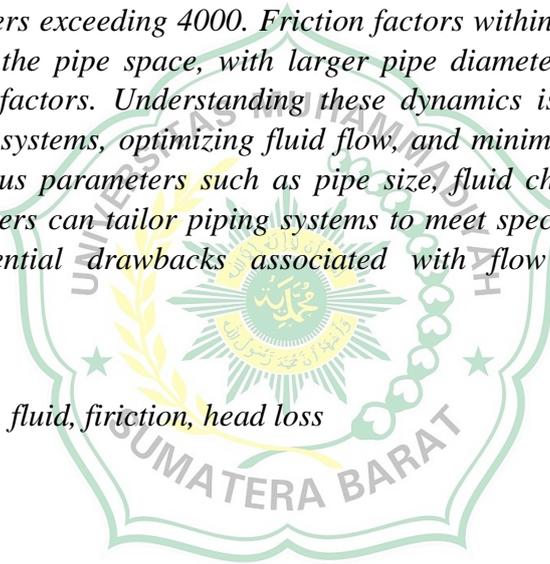
Sistem perpipaan terdiri dari jaringan pipa yang saling berhubungan membentuk sirkuit aliran fluida. Dalam sistem seperti itu, aliran fluida sering kali mengalami kehilangan head pada sambungan, sehingga pemilihan material perpipaan dapat menyebabkan penurunan tekanan. Kehilangan aliran mencakup penurunan massa, volume, dan kecepatan saat fluida melintasi sistem. Dalam mekanika fluida, ada dua bentuk utama kerugian head yang dibedakan: kerugian besar dan kerugian kecil. Kerugian besar timbul dari pengolahan fluida dalam pipa lurus dengan luas penampang tetap, sedangkan kerugian kecil terjadi karena faktor-faktor seperti perubahan penampang aliran, masuknya pipa, dan peralatan. Fokusnya adalah pada pengaturan katup dan mekanismenya. Misalnya, dalam pipa 1/2 inci, tekanan fluida tercatat sebesar 1,824 Pa, turun menjadi 923,2 Pa untuk pipa 3/4 inci, dan selanjutnya menjadi 533,1 Pa untuk pipa 1 inci. Data ini menunjukkan hubungan terbalik antara ukuran pipa dan tekanan fluida: pipa yang lebih kecil mempunyai tekanan fluida yang lebih tinggi. Selain itu, jenis aliran yang diamati pada alat pengujian kehilangan aliran pipa biasanya berhubungan dengan aliran turbulen, yang ditunjukkan dengan bilangan Reynolds yang melebihi 4000. Faktor gesekan di dalam pipa terlihat ketika fluida bergerak melalui ruang pipa, dengan diameter pipa yang lebih besar umumnya menunjukkan faktor gesekan yang lebih tinggi. Memahami dinamika ini sangat penting untuk merancang sistem perpipaan yang efisien, mengoptimalkan aliran fluida, dan meminimalkan kehilangan energi. Dengan menganalisis berbagai parameter seperti ukuran pipa, karakteristik fluida, dan rezim aliran, para insinyur dapat menyesuaikan sistem perpipaan untuk memenuhi kebutuhan spesifik sekaligus memitigasi potensi kelemahan yang terkait dengan kehilangan aliran dan variasi tekanan.

**Kata kunci:** pipa, cairan, gesekan, head losses

## **ABSTRACT**

*A piping system comprises interconnected pipe networks forming a circuit for fluid flow. Within such systems, fluid flow often encounters head losses at connections, wherein the choice of piping material can lead to pressure reduction. Flow loss encompasses a decrease in mass, volume, and velocity as the fluid traverses through the system. In fluid mechanics, two primary forms of head loss are distinguished: major losses and minor losses. Major losses arise from fluid processing within straight pipes with fixed cross-sectional areas, while minor losses occur due to factors like changes in flow cross-section, pipe entry, and equipment. The focus is on valve regulation and its mechanisms. For instance, in a 1/2 inch pipe, fluid pressure registers at 1,824 Pa, decreasing to 923.2 Pa for a 3/4 inch pipe, and further to 533.1 Pa for a 1 inch pipe. This data suggests an inverse relationship between pipe size and fluid pressure: smaller pipes experience higher fluid pressures. Furthermore, the flow type observed in pipe flow loss testing tools typically corresponds to turbulent flow, indicated by Reynolds numbers exceeding 4000. Friction factors within pipes manifest as fluid moves through the pipe space, with larger pipe diameters generally exhibiting higher friction factors. Understanding these dynamics is crucial for designing efficient piping systems, optimizing fluid flow, and minimizing energy losses. By analyzing various parameters such as pipe size, fluid characteristics, and flow regimes, engineers can tailor piping systems to meet specific requirements while mitigating potential drawbacks associated with flow losses and pressure variations.*

**Keywords:** Pipe, fluid, friction, head loss



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Robbil'alamiin* puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan ridho-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Alat Peraga Pipa Uji Rugi-Rugi Aliran. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada junjungan umat Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita semua dari alam kegelapan ke alam yang terang benderang yakni alam yang berilmu berpendidikan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan sebagai persyaratan kelulusan program studi strata satu (S1) Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

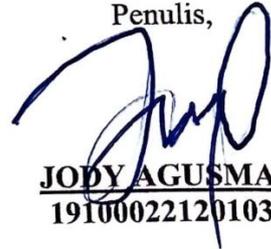
Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih yang telah memberikan dukungan dan bantuan dari berbagai macam pihak dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini terkhusus kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia,rahmat,Dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan proyek ini.
2. Kedua orang tua, Ayahnda Syafril dan Ibunda Murni yang senantiasa memberikan motifasi dukungan moral dan materi serta kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis.
3. Bapak Masril ST,MT selaku Dekan fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
4. Bapak Rudi Kurniawan Arif. S.T., M.T.,Ph.D selaku kepala program studi Teknik Mesin UM Sumbar dan pembimbing.
5. Bapak Muchlisinalahuddin. ST, MT, Selaku dosen pembimbing 1 dan ibuk ibu Riza Muharni S.T., M.T., yang telah menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak/Ibu tenaga pendidik dan kependidikan UM Sumatera Barat.
7. Teman-teman seperjuangan terutama Yuni Vadila S.T, MHD. RIZKY, Rafiqurrahman S.T, Muhammad Ridwan, M. Zam Zami Koto, Trio Eka Putra S.T yang selalu siap dan saling membantu.

8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Bukittinggi, 20 Maret 2024

Penulis,



**JODY AGUSMAL**  
**191000221201031**



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Fluida .....	4
2.2 Persamaan Bernouli .....	6
2.3 Motor Pompa .....	7
2.4 Rangka .....	11
2.5 Pipa .....	11
2.6 Katup / Valve .....	13
2.7 Tangki Penyimpanan .....	13
2.8 <i>Flowmeter</i> .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	16
3.2	Studi Literatur .....	17
3.3	Design .....	17
3.4	Alat dan Bahan .....	18
3.5	Pembuatan Alat.....	26
<b>BAB IV</b>	<b>DATA DAN ANALISA</b>	
4.1	Data .....	29
4.2	Analisa Pengujian Alat Peraga Uji Rugi-Rugi Aliran .....	30
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN dan SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

No Tabel		Halaman
Tabel 4.1	Spesifikasi alat peraga uji rugi-rugi aliran .....	29
Tabel 4.2	Data aliran pipa 1/2 inchi .....	30
Tabel 4.3	Data aliran pipa 3/4 inchi .....	30
Tabel 4.4	Data aliran pipa 1 inchi .....	30
Tabel 4.5	Tekanan fluida dalam pipa .....	32
Tabel 4.6	Jenis aliran.....	34
Tabel 4.7	Faktor gesekan pada pipa .....	35
Tabel 4.8	Kerugian head ( <i>head losses</i> ) .....	37



## DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Jenis aliran ..... 6
Gambar 2.2	Aliran bernoulli ..... 7
Gambar 2.3	Pompa perpindahan positif ..... 8
Gambar 2.4	Bagian aliran fluida dalam pompa sentrifugal..... 11
Gambar 2.5	Sketsa pipa..... 12
Gambar 2.6	Sketsa <i>elbow</i> pipa ..... 13
Gambar 3.1	Diagram alir..... 16
Gambar 3.2	<i>Design</i> alat uji rugi aliran tampak depan..... 17
Gambar 3.3	<i>Design</i> alat uji rugi aliran tampak atas ..... 17
Gambar 3.4	<i>Design</i> alat uji rugi aliran tampak samping kanan ..... 18
Gambar 3.5	<i>Design</i> alat uji rugi aliran tampak samping kiri ..... 18
Gambar 3.6	Mesin Las ..... 19
Gambar 3.7	Grinda potong ..... 20
Gambar 3.8	<i>Toolsbox</i> ..... 20
Gambar 3.9	Alat ukur ..... 21
Gambar 3.10	Besi siku ..... 21
Gambar 3.11	Pipa ..... 22
Gambar 3.12	Katup pipa ..... 22
Gambar 3.13	Tangki penyimpanan air ..... 23
Gambar 3.14	Mata grinda..... 23
Gambar 3.15	Kawat las / electrode ..... 24
Gambar 3.16	Elbow pipa..... 24
Gambar 3.17	Lem pipa ..... 25
Gambar 3.18	Papan triplek lembaran ..... 25
Gambar 3.19	Pengukuran besi rangka..... 26
Gambar 3.20	Pemotongan ..... 26
Gambar 3.21	Proses Pengeboran..... 27
Gambar 3.22	Penyambungan rangka..... 27
Gambar 3.23	Penyempurnaan rakitan alat ..... 28

Gambar 4.1	Data kecepatan aliran fluida .....	31
Gambar 4.2	Tekanan fluida .....	32
Gambar 4.3	Jenis aliran Reynolds .....	34
Gambar 4.4	Faktor pada pipa .....	36
Gambar 4.5	Kerugian head ( <i>head losses</i> ).....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Etiket Desain Mata Potong Mesin Pembuat *Cocopeat*  
Lampiran 2 Gambar Proses Pembuatan Alat Peraga Uji Rugi Rugi Aliran



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Salah aspek penting dalam kehidupan, khususnya bagi manusia, adalah air. Saat ini, kebutuhan air manusia sangat besar, dan kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dari air [1]. Air digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, memasak dan mencuci. Air mengalir hanya melalui dua jenis aliran, sungai dan pipa.

Sistem perpipaan adalah suatu sistem jaringan pipa yang dihubungkan dengan suatu rangkaian untuk mengalirkan fluida [2]. Sistem perpipaan mencakup semua komponen dari lokasi asal ke lokasi tujuan. Umumnya, sistem perpipaan tunggal sederhana atau sistem percabangan percabangan yang sangat kompleks dilengkapi dengan berbagai sambungan seperti *filter*, katup, keran, *fitting*, siku, amplifier atau reduksi, dll.

Aliran fluida pada sistem perpipaan akan sering mengalami rugi aliran/*head loss* pada sambungan, dan jenis material perpipaan yang dilalui air akan mengakibatkan penurunan tekanan [3]. Rugi-rugi aliran adalah berkurangnya masa, *volume* dan kecepatan suatu fluida yang melewati suatu aliran. Pada ilmu mekanika fluida kita kenal ada dua jenis kerugian *head losses* yaitu kerugian mayor (*major head losses*) dan kerugian minor (*minor head losses*). Rugi mayor (*major losses*) dan rugi minor (*minor losses*), rugi mayor (*major losses*) terjadi ketika fluida mengalami gesekan dengan dinding pipa lurus yang memiliki luas penampang tetap, sedangkan rugi minor (*minor losses*) terjadi ketika fluida mengalami kehilangan aliran di dalam pipa karena berbagai faktor seperti luas penampang aliran, bagian masuk pipa, perlengkapan, dan lain sebagainya [4]. Air yang mengalir akan menimbulkan turbulensi yang menyebabkan gesekan pada dinding pipa. Ketika pipa memiliki sambungan dengan luas penampang yang tiba-tiba menyempit dan membentuk ujung yang tajam, akan terjadi lebih banyak gesekan.

Kerugian energi dalam aliran air terjadi ketika aliran berlangsung dalam pipa. Kerugian ini terjadi karena adanya gesekan dengan dinding pipa, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, percabangan pipa, dan kerugian-kerugian khusus lainnya. Dalam memahami kerugian atau

head losses dalam sistem perpipaan atau instalasi yang menggunakan aliran air, kita dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memaksimalkan keuntungan. Salah satu aspek yang berperan dalam menyebabkan kerugian dalam instalasi perpipaan adalah gesekan pada dinding pipa dan sambungan *elbow* [5].

Untuk meningkatkan pemahaman tentang Mekanika Fluida, dibutuhkan perangkat uji yang dapat menguji karakteristik fluida [6]. Sehingga, dibangunlah sebuah perangkat uji yang berfungsi untuk mengukur kerugian aliran dalam sistem perpipaan untuk yang pertama untuk sarana praktikum dengan kapasitas dan alat ukur dalam model *analog* [7]. Sehingga di bangun sebuah perangkat uji dengan model alat ukur terbaru yaitu dengan menggunakan alat ukur digital. Tujuan dari perangkat uji ini adalah untuk menentukan rugi aliran atau head losses dalam aliran tertentu, serta menganalisis kerugian yang terjadi pada alat uji aliran cairan. Perangkat ini dilengkapi dengan komponen-komponen pemipaan yang sering digunakan baik di industri maupun rumah tangga [8].

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini membahas maksud dan tujuan dari perancangan dan pengujian alat peraga uji rugi-rugi aliran menggunakan pompa air otomatis.

### a. Maksud

Penelitian ini bermaksud untuk merancang dan menguji alat peraga uji rugi-rugi aliran menggunakan pompa air otomatis.

### b. Tujuan

Adapun tujuan dari perancangan dan pembuatan alat peraga pipa uji rugi-rugi aliran dalam proyek ini adalah:

1. Untuk mengetahui uji rugi-rugi aliran pada sistem alat peraga.
2. Untuk mengetahui pengujian fungsional alat secara keseluruhan agar dapat di pakai sebagai alat uji.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam proses merancang dan membuat rangka pada alat peraga pipa uji rugi-rugi aliran dengan sistem menggunakan mesin perlu adanya batasan masalah yang perlu diuraikan antara lain:

- a. Penulis tidak membahas tentang elektrikal.
- b. Tidak membahas kajian ekonomis.

### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat dari perencanaan dan pembuatan alat peraga pipa uji rugi-rugi aliran dalam proyek ini adalah:

- a. Memastikan bahwa alat yang dibuat dapat berfungsi sesuai yang diinginkan.
- b. Membandingkan hasil pengujian dengan uji rugi-rugi aliran secara teori, untuk memastikan kekuatan alat.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah dalam pemahaman mengenai isi laporan tugas akhir, maka laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan hal-hal yang akan menjadi latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulis, serta batas masalah.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini akan dibahas tentang mengurai dasar teori yang dipakai dalam pembahasan atau penyelesaian yang berhubungan langsung dengan pemecahan masalah.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan membahas tentang langkah atau metode yang dipakai dalam penelitian.

#### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

Pada bab ini akan berisikan hasil data dan pembahasan tentang pengaruh perbandingan mata pisau mesin penghancur sekam terhadap dedak yang dihasilkan.

## BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari apa yang telah di bahas lebih lanjut dalam penulisan tugas akhir.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Fluida

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir. Istilah fluida mencakup zat cair dan gas karena zat cair seperti air atau zat gas seperti udara dapat mengalir [9]. Secara khusus, fluida merupakan zat yang berformasi terus-menerus selama dipengaruhi suatu tegangan yang bergeser.

Fluida dapat dibedakan atas zat cair dan zat gas. Zat cair cenderung mempertahankan volumenya dan akan membutuhkan permukaan bebas dalam medan gravitasi. Aliran muka bebas sangat dipenuhi efek gravitasi sedangkan zat gas akan memuai dengan bebas sampai tertahan oleh dinding yang membatasinya. Gas tersebut akan membentuk atmosfer yang pada hakekatnya akan bersifat hidrostatis.

Ketahanan fluida terhadap perubahan bentuk sangat kecil sehingga fluida dapat dengan mudah mengikuti bentuk ruang. Berdasarkan wujudnya, fluida dapat dibedakan menjadi dua yaitu: fluida cair dan fluida gas. Untuk mengerti aliran fluida maka harus mengetahui beberapa sifat dasar fluida. Sifat-sifat dasar fluida tersebut yaitu; kekentalan, kerapatan, berat jenis, tekanan, *temperature* [10]. Mekanika fluida adalah ilmu yang mempelajari tentang tipe-tipe aliran fluida dalam medium yang berbeda-beda. Aliran fluida terbagi atas beberapa kategori, dibagi berdasarkan sifat-sifat yang paling dominan dari aliran tersebut, atau berdasarkan jenis dari fluida yang terkait. Berdasarkan pergerakannya aliran fluida dapat dilihat dari persamaan Reynolds dan jenis aliran yang bisa ditentukan terdiri dari:

$$\text{Re} = \frac{V \times D}{\nu} \quad \dots(2.1)$$

Dimana

$\rho$  : Massa jenis air ( kg/m<sup>3</sup>)

$\nu$  : Kecepatan aliran (m/s)

D : Diameter pipa (m)

$\mu$  : viskositas kinematik

a. Aliran Laminer

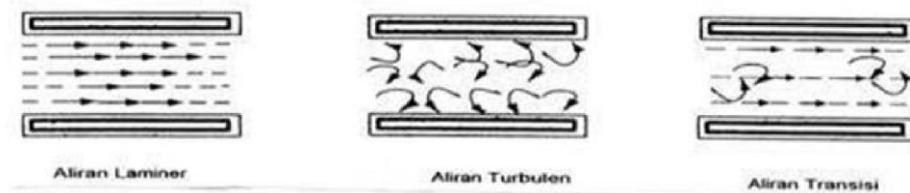
Aliran laminar merupakan aliran yang memiliki streamline lurus terhadap arah aliran. karakteristik dari aliran laminar yaitu memiliki streamline yang halus dan memiliki gerakan yang sangat teratur [11]. Pada aliran laminar, partikel-partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan yang halus dan lancar dengan kecepatan fluida rendah dan viskositasnya tinggi. Aliran laminar merupakan aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan- lapisan, dengan satu lapisan meluncur secara lancar pada lapisan yang bersebelahan dengan saling tukar momentum secara molekular saja. Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan lapisan, atau lamina-lamina dengan satu lapisan meluncur secara merata. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecenderungan terjadinya gerakan relative antara lapisan.

b. Aliran Transisi

Aliran transisi merupakan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Untuk membedakan aliran apakah turbulen atau laminar menggunakan angka Reynolds (*Reynolds Number*) yang mana apabila angka Reynolds kurang dari 2000 maka aliran adalah laminar, sedangkan apabila angka Reynolds lebih besar dari 4000 maka aliran adalah turbulen. Sedang antara 2000 dan 4000 adalah aliran transisi, yang tergantung pada faktor-faktor lain yang mempengaruhi.

c. Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan aliran yang mempunyai gerakan partikel-partikel fluida yang sangat tidak menentu, dengan saling tukar momentum dalam arah melintang yang dahsyat dan partikel partikel fluida bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan fluida tinggi dan viskositasnya rendah.



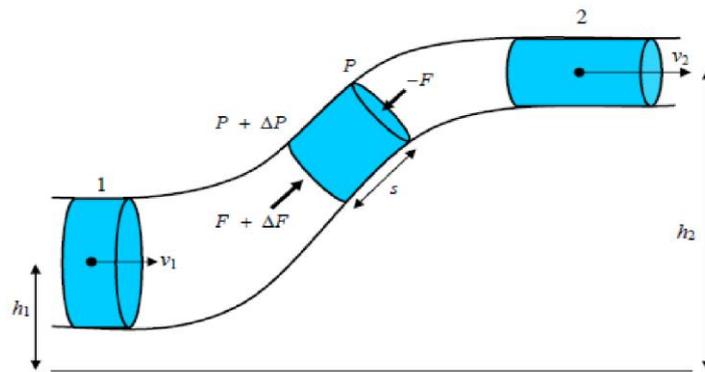
Gambar 2.1 Jenis aliran [12]

Aliran fluida dalam pipa akan mengalami rugi-rugi/*losses*, yaitu *major losses* (hl) akibat terjadinya gesekan antara fluida dengan dinding pipa, dan juga mengalami *minor losses* (hlm) akibat adanya belokan, pembesaran mendadak, pengecilan mendadak, dan yang sejenisnya. Sehingga rugi total yang dialami fluida.

Aliran turbulen didefinisikan sebagai aliran yang dimana pergerakan partikel- partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida kebagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi mengakibatkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian kerugian aliran.

## 2.2 Persamaan Bernoulli

Hukum Bernoulli menjelaskan tentang konsep dasar aliran fluida (zat cair dan gas) bahwa peningkatan kecepatan pada suatu aliran zat cair atau gas, akan mengakibatkan penurunan tekanan pada zat cair atau gas tersebut. Artinya, akan terdapat penurunan energi potensial pada aliran fluida tersebut. Konsep dasar ini berlaku pada fluida aliran termampatkan (*compressible flow*), juga pada fluida dengan aliran tak-termampatkan (*incompressible-flow*). Hukum Bernoulli sebetulnya dapat dikatakan sebagai bentuk khusus dari konsep dalam mekanika fluida secara umum, yang dikenal dalam persamaan Bernoulli.



Gambar 2. 2 Aliran bernoulli [13]

Secara matematis persamaan bernoulli adalah sebagai berikut.

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2 \quad \dots(2.2)$$

Dimana :

P : Tekanan (Pascal)

$\rho$  (*rho*) : Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

v : Kecepatan fluida (m/s)

g : Percepatan gravitasi (g = 9,8 m/s<sup>2</sup>)

h : Ketinggian (m)

### 2.3 Motor Pompa

Pompa merupakan alat yang 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 [14]. Pompa memiliki berbagai macam kegunaan, dan dapat mendukung proses produksi mulai dari industri skala besar hingga tingkat rumah tangga [15]. Pompa banyak digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida.

Dalam pelaksanaan operasionalnya.pompa dapat bekerja secara tunggal, seri, maupun paralel yang kesemuanya tergantung pada kebutuhan.

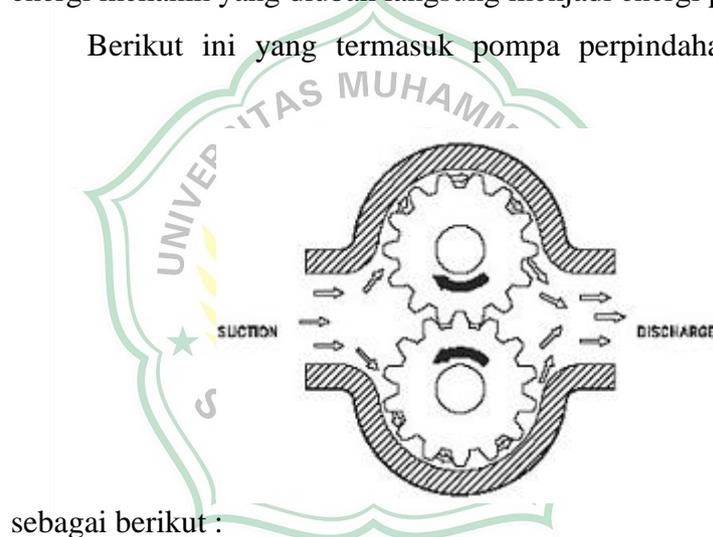
- a. Klasifikasi pompa

Menurut prinsip kerjanya, pompa diklasifikasikan menjadi:

1) Pompa perpindahan positif

Pompa perpindahan positif adalah perpindahan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang lain yang disebabkan oleh adanya perubahan volume ruang kerja pompa yang diakibatkan oleh gerakan elemen pompa yaitu bolak-balik atau berputar [16]. Pompa jenis ini disebut dengan pompa aksi positif yaitu energi mekanik dari putaran poros pompa yang diubah langsung menjadi energi potensial, pompa jenis ini menghasilkan head yang tinggi tetapi kapasitas yang dihasilkan rendah. Pompa ini menghasilkan *head* yang tinggi dengan kapasitas yang rendah, perubahan energi yang terjadi pada pompa jenis ini adalah energi mekanik yang diubah langsung menjadi energi potensial.

Berikut ini yang termasuk pompa perpindahan positif adalah



sebagai berikut :

**Gambar 2. 3** Pompa perpindahan positif [17]

a) Pompa piston

Pompa jenis perpindahan positif banyak digunakan untuk melayani sistem instalasi yang membutuhkan *head* yang tinggi dengan kapasitas rendah. Pompa jenis ini menghasilkan tekanan tinggi dengan kecepatan aliran yang rendah. Dengan alasan tersebut pompa ini banyak digunakan untuk peralatan dengan zat cair yang abrasif dan kekentalan tinggi. Namun, secara umum pompa perpindahan positif dibagi menjadi dua yaitu jenis gerak bolak - balik (*reciprocating*) dan gerak putar (*rotary*).

b) Pompa roda gigi

Prinsip kerja dari pompa roda gigi ini adalah berputarnya dua buah roda gigi yang berpasangan yang terletak antara rumah pompa dan menghisap dan menekan fluida yang akan mengisi ruangan antar roda gigi yang kemudian ditekan ke sisi buang sebagai akibat terisinya ruang antar roda gigi pemasangannya. Pompa jenis ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan *head* yang tinggi dengan kapasitas aliran yang rendah.

c) Pompa torak

Pompa ini melakukan gerakan isap terbuka dan katup tekan tertutup. Pada saat torak mulai melakukan gerakan tekan, katup isap akan tertutup dan katup tekan terbuka. Kemudian fluida yang tadinya terhisap dibuang pada katup tekan. Pompa ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan *head* yang tinggi dengan kapasitas yang rendah, salah satu contoh aplikasinya pompa ini digunakan untuk pemenuhan tenaga hidrolik.

2) Pompa Dinamik

Pompa dinamik adalah pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan satu *impeller* yang berputar dengan kecepatan yang tinggi. Fluida masuk pada sisi hisap yang kemudian dipercepat oleh *impeler* yang menaikkan kecepatan absolut fluida maupun tekanannya dan melemparkan fluida tersebut melalui *volute*, yang termasuk jenis pompa dinamik adalah sebagai berikut:

a) Pompa aksial

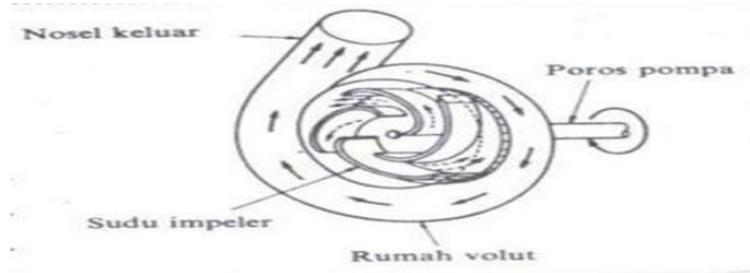
*Impeller* berputar yang kemudian menghisap fluida yang akan dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa jenis ini biasanya diproduksi untuk kebutuhan *head* yang rendah dengan kapasitas aliran yang besar, dalam aplikasinya pompa ini biasanya digunakan untuk keperluan irigasi.

b) Pompa sentrifugal

Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang dilengkapi dengan sudu - sudu pada poros yang berputar yang diselubungi oleh *casing*. Fluida dihisap pompa melalui sisi hisap, akibat berputarnya *impeller* yang menghasilkan tekanan vakum, pada sisi hisap selanjutnya fluida tersebut terlempar ke luar *impeller* akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida.

3) Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang banyak digunakan dalam dunia industri seperti power plant, perminyakan, pusat pengolahan, pendistribusian air dan pengolahan limbah [18]. Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah *impeller*. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila *impeller* berputar maka zat cair yang ada dalam *impeller* akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada *impeller*. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah *impeller* menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang meninggalkan *impeller* tersebut dikumpulkan di dalam rumah pompa (*casing*) yang berbentuk *spiral* atau biasanya disebut volut yang tugasnya mengumpulkan cairan dari *impeller* dan mengarahkan ke *discharge nozzel*. *Dischargenozzel* berbentuk seperti kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari *impeller* bertahap turun, kerucut ini disebut *diffuser*. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser* energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekan. Jadi *impeller* pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya akan menjadi lebih besar.



**Gambar 2. 4** Bagian aliran fluida dalam pompa sentrifugal [19]

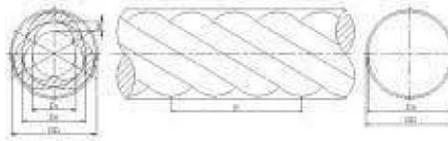
## 2.4 Rangka

Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya, sehingga membentuk suatu rangka kokoh [20]. Konstruksi rangka bertugas mendukung beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem tersebut. Beban tersebut harus ditumpu dan diletakan pada peletakan tertentu agar dapat memenuhi tugasnya. Frame atau rangka alat peraga pipa uji rugi aliran adalah sebagai tempat menempelnya komponen-komponen menahan guncangan, melindungi komponen-komponen sensitif saat terjadi benturan.

Besi siku terbuat dari material logam besi dan secara lebih spesifik lebih dikenal dengan bar siku (angle bar) maupun L-Bracket yang terbuat dari plat besi yang ditambahkan lapisan anti karat. Besi siku ini diproduksi dengan panjang sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu 6 meter. Namun untuk lebarnya mempunyai ukuran yang bervariasi mulai dari 2 cm, 3 cm, 4 cm dan juga 5 cm.

## 2.5 Pipa

Pipa banyak digunakan dalam industri perminyakan dan produksi industri. Fungsi utama pipa adalah untuk melakukan transfer cairan (*liquid*) dan mensuplai zat cair lainnya [21]. Pipa memiliki berbagai ukuran dan bentuk penampang salah satunya adalah pipa spiral. Namun pipa yang berpenampang lingkaran (pipa sirkular) adalah pipa yang paling banyak digunakan. Pipa spiral memiliki dimensi diameter luar pipa (OD), tebal pipa (t), diameter dalam spiral (Di), diameter luar spiral (Do) dan panjang pitch pipa spiral (P).



**Gambar 2. 5** Sketsa pipa [22]

a. Pipa halus

Koefisien gesekan pipa tergantung pada parameter aliran, apabila pipa adalah hidrolis halus parameter tersebut ialah kecepatan aliran diameter pipa dan kekentalan zat cair dalam bentuk angka Reynolds.

b. Pipa Kasar

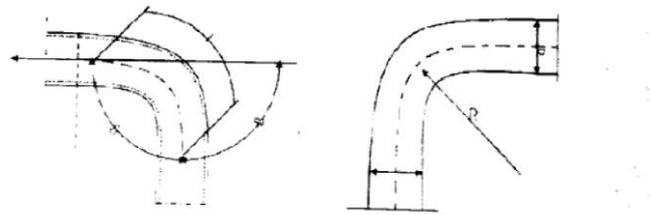
Tahanan pada pipa kasar lebih besar pada pipa halus, untuk pipa halus nilai  $f$  hanya bergantung pada angka Reynolds. Untuk pipa kasar nilai  $f$  tidak hanya tergantung angka Reynolds, tetapi pada sifat-sifat dinding pipa yaitu kekasaran relatif  $k/D$ , atau  $f = (Re \cdot k/D)$  dengan  $k$  = kekasaran dinding pipa, dan  $D$  = diameter pipa.

c. Pipa berubah arah

Perubahan arah pada pipa (belokan dan bengkokan) dapat menimbulkan rugi-aliran dari perubahan tersebut, besarnya rugi-aliran tergantung sudut perubahan arah pipa. Rugi-aliran yang diakibatkan adanya perubahan arah adalah diakibatkan benturan air pada dinding. Kecepatan air awal ( $V_1$ ) berubah. Perubahan arah pada pipa (belokan dan bengkokan) dapat menimbulkan rugi-aliran dari perubahan tersebut, besarnya rugi-aliran tergantung sudut perubahan arah pipa. Rugi-aliran yang diakibatkan adanya perubahan arah adalah diakibatkan benturan air pada dinding. Kecepatan air awal ( $V_1$ ) berubah.

d. Pipa Bengkok

Sudut dengan perubahan arah yang terkesan berangsur-angsur (*Bends*), rugi aliran tergantung pada perbandingan antara jari-jari belokan dan diameter pipa. Perubahan arah secara berangsur-angsur (*bends*) pada pipa.



**Gambar 2. 6** Sketsa *elbow* pipa [23]

## 2.6 Katup / Valve

Katup/*valve* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengatur aliran suatu fluida dalam bentuk cair maupun gas. Jenis *valve* beraneka ragam antara lain, *globe valve*, *gate valve*, *ball valve*, *check valve*, dan lain-lain. Berdasarkan fungsinya, *valve* dapat dikategorikan menjadi 3 macam, diantaranya :

- a. *Stop Valve* Penggunaan *stop valve* pada suatu sistem perpipaan umumnya digunakan untuk membuka atau menutup aliran. Jenis *stop valve* : *globe valve*, *gate valve*, *ball valve*, *buterffly valve*, dan lain-lain.
- b. *Regulating Valve* Penggunaan *regulating valve* umumnya digunakan untuk mengatur laju debit aliran. Jenis *regulating valve* : *non return valve / check valve*, *pressure reducing valve*.
- c. *Safety Valve* Penggunaan *safety valve* pada umunya digunakan untuk mengatur tekanan jika berlebih atau berkurang. Biasanya hal ini terkait dengan nilai ambang batas maksimum atau minimum pada suatu sistem.

## 2.7 Tangki Penyimpanan

Tangki air atau sering disebut tandon adalah sebuah kontainer untuk menyetor air. Tangki-tangki air dipakai untuk menyediakan penyetoran air untuk dipakai dalam banyak pemakaian, air minum, pertanian irigasi, pemadaman api, pertanian , tumbuhan dan hewan, produksi kimia, pengolahan pangan serta beberapa pemakaian lainnya

Tangki penyimpanan air atau tandon mempunyai dua jenis pertama merupakan paling umum ditemukan di Indonesia. Mengingat keduanya memiliki harga pasaran yang cukup murah dibandingkan *stainless steel*. Berikut ini adalah jenis tangki air/tandon:

a. Tandon Air *Fiber Glass*

Memiliki bobot ringan, kelebihan tangki pertama ini bisa dibilang cukup keras. Selain itu Anda juga bisa mendapatkannya dalam harga lebih murah dibandingkan dua lainnya. Sayangnya tangki ini tidak terlalu awet.

Selain itu perawatannya juga cukup sulit dan kalau rusak, perbaikan membutuhkan harga mahal. Belum lagi masalah bahannya yang tidak tahan terhadap sinar *UV*, sehingga bisa oksidasi kalau terjemur.

Banyak juga yang memperlakukan masalah dinding lebih mudah keropos. Bahan fiber keropos tersebut bisa ikut larut dan memengaruhi kualitas air didalamnya. Bahkan bisa juga menimbulkan masalah mudahnya tumbuh jamur.

b. Tandon Air *Polyethylene*

Jenis tandon air berikutnya adalah berbahan *polyethylene*, paling umum digunakan masyarakat Indonesia. Mengingat kelebihan yang tidak mudah bocor dan tahan terhadap benturan. Bagian dalamnya juga dilapisi anti lumut serta jamur.

Tentunya sudah mendapat standarisasi SNI dan diakui FDA USA. Tangki *polyethylene* juga ringan karena terbuat dari plastik. Hanya saja kekurangannya adalah terlihat kurang eksklusif dan mewah.

## 2.8 Flow Meter

*Flow* meter adalah salah satu alat yang dipakai untuk mengetahui aliran material (gas, cair) dalam suatu jalur aliran pada waktu tertentu. Alat ukur ini akan menunjukkan data ukuran berupa angka. *Flow* meter dapat digunakan sebagai pedoman acuan untuk mengetahui besar kecilnya kebutuhan air atau udara.

*Flow* meter ini digunakan di banyak bidang industri dan *flow* meter ini mempunyai jenis yang berbeda menurut fungsi dan kebutuhan yang diperlukan. Berikut ini adalah jenis-jenis *flow* meter:

a. *Flow* Meter *Venturi*

*Flow* meter *venturi* menggunakan perubahan tekanan dalam pipa untuk mengukur aliran air. *Flow* meter ini terdiri dari dua bagian berbentuk kerucut, yaitu bagian pengukur dan bagian difuser. Aliran air masuk ke bagian pengukur

yang berbentuk kerucut dengan area penampang yang lebih kecil, yang menyebabkan peningkatan kecepatan aliran air dan penurunan tekanan. Kemudian, aliran air masuk ke bagian difuser yang berbentuk kerucut dengan area penampang yang lebih besar, yang menyebabkan penurunan kecepatan aliran air dan peningkatan tekanan. Perbedaan tekanan antara bagian pengukur dan bagian difuser ini dapat diukur untuk menghitung aliran air yang melewati *flow meter*.

b. *Flow meter orifice*

*Flow meter orifice* menggunakan lubang kecil pada pipa untuk mengukur aliran air. *Flow meter* ini terdiri dari sebuah pelat berlubang yang dipasang pada pipa. Aliran air yang melewati pipa akan mengalami perubahan tekanan ketika melewati lubang pada pelat *orifice*. Perubahan tekanan ini dapat diukur dan digunakan untuk menghitung aliran air yang melewati *flow meter*.

c. *Flow meter turbin*

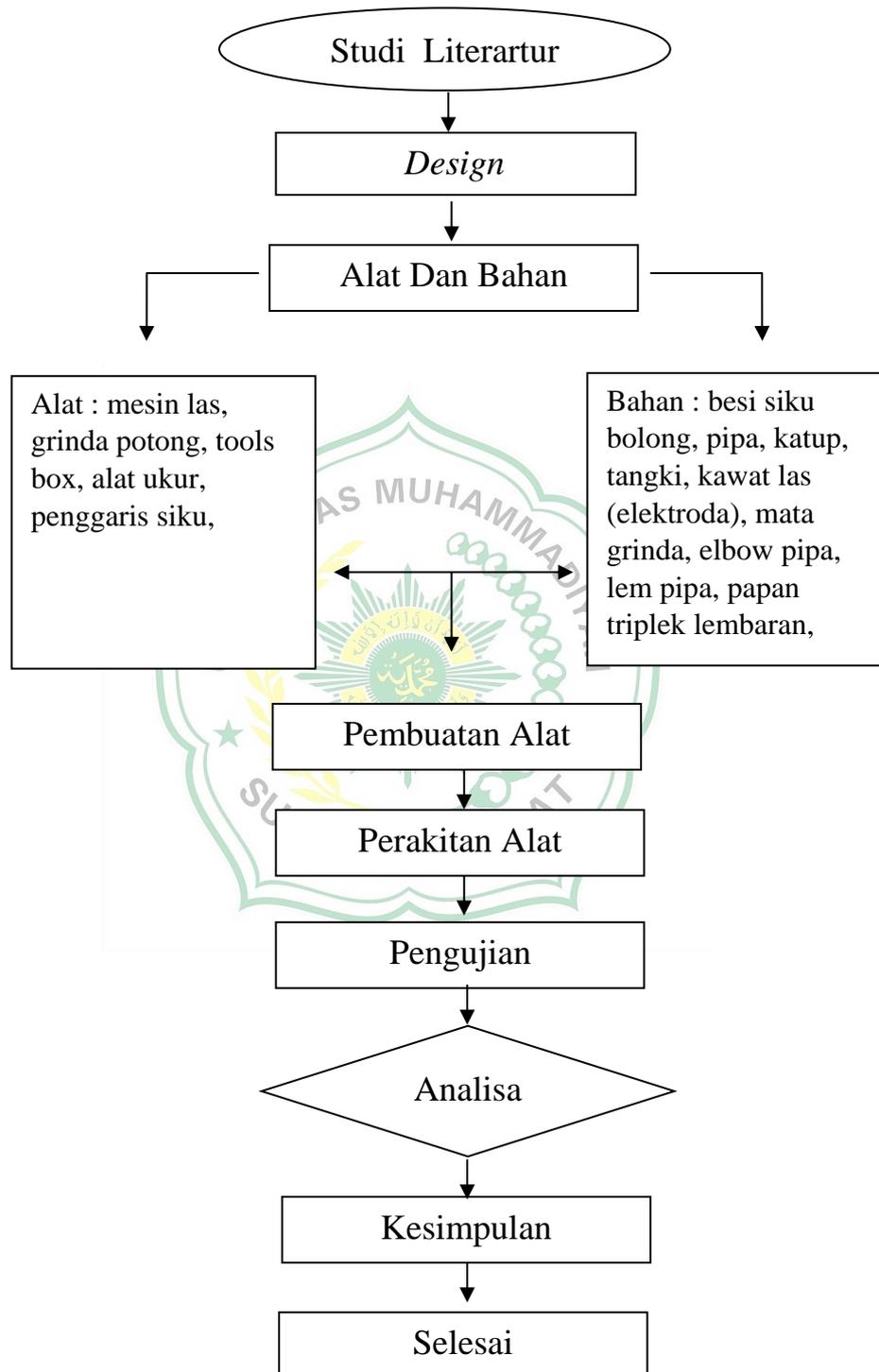
*Flow meter turbin* menggunakan turbin yang dipasang di dalam pipa untuk mengukur kecepatan aliran air. Turbin ini berputar ketika air mengalir melewati pipa, dan kecepatan putaran turbin dapat diukur dan digunakan untuk menghitung aliran air yang melewati *flow meter*.

d. *Flow meter ultrasonic*

*Flow meter ultrasonic* menggunakan gelombang suara untuk mengukur aliran air. *Flow meter* ini terdiri dari dua transduser yang dipasang pada pipa dan digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang suara. Gelombang suara ini terpancar pada partikel-partikel air yang mengalir dalam pipa, dan waktu tempuh gelombang suara yang dikirim dan diterima diukur untuk menghitung kecepatan aliran air dan volume yang melewati *flow meter*.

**BAB III  
METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir Penelitian**



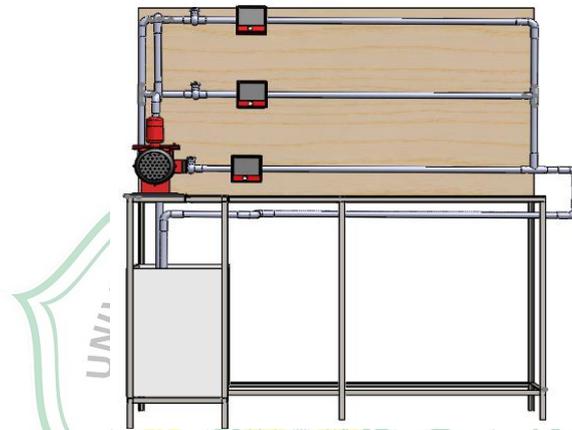
**Gambar 3. 1** Diagram alir

### 3.2 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang membantu dan mendukung perancangan alat peraga uji rugi aliran, mempelajari perancangan aliran pipa, dan literatur lain yang mendukung.

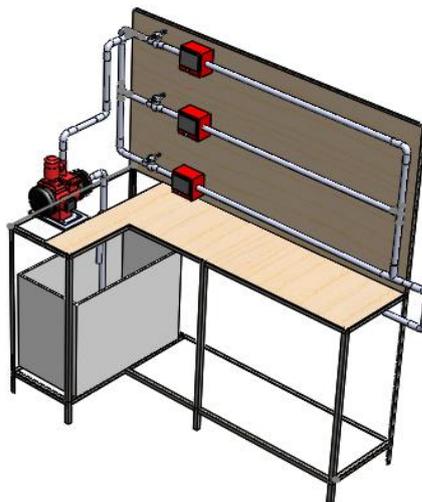
### 3.3 Design

*Design* adalah suatu rencana atau spesifikasi untuk konstruksi suatu objek atau sistem atau untuk implementasi suatu kegiatan atau proses atau hasil dari

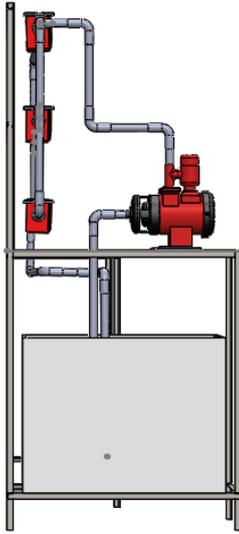


rencana atau spesifikasi tersebut dalam bentuk prototipe, produk, atau proses.

**Gambar 3. 2** *Design* alat uji rugi aliran tampak depan



**Gambar 3. 3** *Design* alat uji rugi aliran tampak atas



**Gambar 3. 4** *Design* alat uji rugi aliran tampak samping kanan



**Gambar 3. 5** *Design* alat uji rugi aliran tampak samping kiri

### 3.4 Alat dan Bahan

Pada saat perancangan alat peraga pipa uji rugi aliran ini membutuhkan beberapa alat dan bahan sebagai berikut:

a. Alat

Alat yang digunakan untuk melakukan perancangan alat peraga pipa uji rugi aliran ini adalah sebagai berikut:

## 1. Mesin las listrik

Mesin las listrik merupakan perangkat industri yang digunakan oleh para ahli pengelas (tukang las profesional) untuk melakukan pengelasan atau penyambungan material industri seperti besi, tembaga, dan lain sebagainya. Mesin las bekerja dengan menghasilkan panas yang mencapai titik lebur material pengelasan sehingga dapat dihubungkan. Meskipun demikian, tidak semua jenis mesin las cocok untuk semua proyek pengelasan, karena setiap proyek memerlukan spesifikasi dan karakteristik yang berbeda.

Mesin las listrik adalah suatu proses penyambungan dua bahan material dengan menggunakan energi listrik. Proses ini diinduksi oleh arus listrik yang tinggi, menciptakan percikan listrik kecil (mirip kilat mini) antara elektroda pengelasan dan material yang akan disambungkan.



**Gambar 3. 6** Mesin Las [24]

## 2. Mesin grinda potong listrik

Mesin gerinda adalah salah satu alat perkakas yang digunakan untuk memotong atau mengasah benda kerja dengan tujuan tertentu. Bagian utama mesin ini mencakup roda gerinda yang berputar dan gerakan pemakanan yang berfungsi untuk menghasilkan hasil pemotongan atau pengasahan yang diinginkan.



**Gambar 3. 7** Grinda potong [25]

### 3. *Tools box*

*Toolbox* adalah wadah yang berisi berbagai macam alat atau perkakas seperti kunci Ring Pas, obeng *plus minus*, dan berbagai perkakas lainnya.



**Gambar 3. 8** *Toolbox* [26]

### 4. Alat ukur

Alat ukur berperan dalam mengukur ukuran suatu benda. Alat ukur digunakan untuk mengukur nilai atau besaran tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.



**Gambar 3. 9** Alat ukur [27]

**b. Bahan**

Berikut adalah daftar bahan yang digunakan untuk pembuatan perancangan alat uji aliran:

1. Besi siku

Besi siku adalah salah satu komponen bangunan yang biasanya ditemui. Bahan ini banyak digunakan sebagai penopang untuk berbagai objek berukuran besar dan berat di dalam sebuah bangunan. Besi siku umumnya memiliki dua bentuk, yaitu sudut 90 derajat dan 45 derajat.



**Gambar 3. 10** Besi siku [28]

## 2. Pipa

Pipa adalah media transportasi cairan yang ekonomis. Pipa memiliki beragam ukuran dan variasi bentuk penampang.



Gambar 3. 11 Pipa [29]

## 3. Katup pipa

Fungsi katup pipa dalam jaringan pipa adalah mengendalikan aliran fluida di dalamnya. Katup berperan dalam membuka atau menutup jalur aliran fluida, mengatur tekanan, debit, atau kecepatan aliran fluida.



Gambar 3. 12 Katup pipa [30]

## 4. Tangki penyimpanan air

Tangki air digunakan sebagai tempat penyimpanan air yang nantinya akan digunakan untuk berbagai keperluan.



Gambar 3. 13 Tangki penyimpanan air [31]

5. Mata gerinda listrik

Mata gerinda berfungsi untuk melakukan pemotongan pada material seperti logam, baja, besi, dan pipa.



Gambar 3. 14 Mata gerinda [32]

6. Kawat las / elektrode

*Elektrode* atau kawat las merupakan benda yang digunakan dalam proses pengelasan listrik. *Elektrode* berfungsi sebagai pembakar yang menciptakan busur nyala.

Dalam pengelasan busur listrik, *elektrode* yang dilapisi digunakan.



**Gambar 3.15** Kawat las / elektrode [33]

7. *Elbow* pipa

*Elbow* berfungsi sebagai komponen yang digunakan untuk mengalihkan arah aliran air.



**Gambar 3. 16** *Elbow* pipa [34]

8. Lem pipa

Dengan menggunakan lem pipa, pemanfaatan pipa akan lebih optimal. Selain karena daya rekatnya yang sangat kuat, lem pipa juga memberikan efisiensi yang tinggi dan daya tahan yang lama.



**Gambar 3. 17** Lem pipa [35]

9. Papan triplek lembaran

Papan triplek lembaran memiliki peran tambahan dalam memperkuat struktur bangunan dan menerima beban yang akan dialirkan ke struktur lainnya.



**Gambar 3. 18** Papan triplek lembaran [36]

### 3.5 Pembuatan Alat

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang diperoleh dari studi literatur, studi lapangan, dan konsultasi dengan dosen maka dapat direncanakan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan alat peraga pipa uji rugi aliran, Sehingga dalam tugas akhir ini yang akan di rancang adalah perancangan konstruksi rangka dan elemen mesin pada mesin alat praga uji rugi aliran. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan.

Setelah melakukan perancangan konstruksi rangka alat praga uji rugi aliran dapat kita lakukan proses pembuatan. Proses pembuatan dalam pembuatan alat praga uji rugi aliran yaitu sebagai berikut:

- a. Proses pengukuran



**Gambar 3. 19** Pengukuran besi rangka

- b. Proses pemotongan bahan seperti pemotongan besi siku bolong, pipa dan lainnya.



**Gambar 3. 20** Pematongan

- c. Proses pengeboran untuk tempat kedudukan mesin pompa.



**Gambar 3.21** Proses Pengeboran

- d. Proses perakitan alat pengabungan rangka



**Gambar 3. 22** Penyambungan rangka

- e. Menyempurnakan hasil perakitan dengan melekatkan pipa dan mengecat rangka



**Gambar 3. 23** Penyempurnaan rakitan alat

## BAB IV DATA DAN ANALISA

### 4.1 Data

Dalam pembuatan alat peraga pipa uji rugi-rugi aliran ini dibuat skala laboratorium dengan pengairannya disimulasikan menggunakan pompa air dan dialiri air dengan debit air yang telah ditentukan. Hasil dari pengujian ini untuk mengetahui salah satu gangguan atau hambatan yang sering terjadi dan tidak dapat diabaikan pada aliran yang menggunakan pipa adalah hilangnya suatu energi yang disebabkan oleh gangguan lokal seperti pada perubahan penampang, adanya katup, belokan dan sebagainya disebut rugi minor (*minor losses*) dan dapat juga terjadi akibat gesekan aliran fluida dengan dinding pipa yang disebut rugi mayor (*major losses*). Untuk itu diperlukan sebuah simulasi yang mendekati kondisi aktual aliran fluida di dalam instalasi penyimpanan tersebut agar kita dapat menguji dan menganalisisnya. Yaitu dengan menggunakan alat uji rugi-rugi aliran.

#### a. Dimensi Alat Peraga Pipa Uji Rugi-Rugi Aliran

Spesifikasi alat peraga uji rugi-rugi aliran yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel berikut:

**Table 4.1** Spesifikasi alat peraga uji rugi-rugi aliran

No	Komponen	P x L x T (mm)	Berat (kg)	Material
1	Rangka Aliran Pompa	2000 x 750 x 1700	5,7 kg	Baja Ringan
2	Pompa	250 x 260 x 300	8,7 kg	Cast Iro
3	Pipa PVC	1000	0,5	PVC

#### b. Spesifikasi motor pompa

Dalam pembuatan alat peraga uji rugi-rugi aliran penulis menggunakan motor pompa air yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Model Pompa	: Shizuka SH 130 A
Daya	: 125 Watt
Volt	: 1 X 220 V
Daya Hisap	: 9 Meter
Daya Dorong	: 28 Meter
Berat Pompa	: 8,7 Kg

## 4.2 Analisa Pengujian Alat Peraga Uji Rugi-Rugi Aliran

### a. Data aliran air pada pipa

#### 1. Data kecepatan aliran fluida

Dari pengujian alat peraga uji rugi-rugi aliran mendapatkan yang dapat di lihat pada tabel berikut:

**Table 4. 2** Data aliran pipa 1/2 inchi.

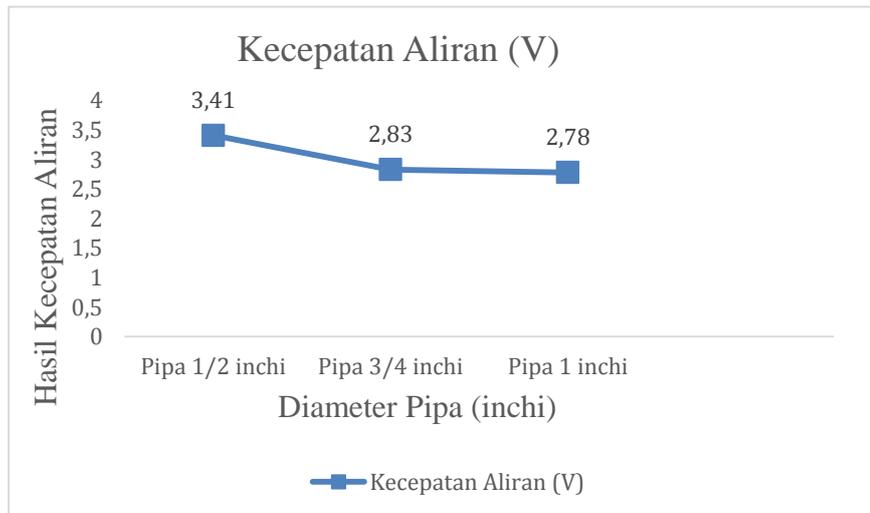
No	Waktu (s)	Debit (Q)	Kecepatan Aliran (V)
1	8,49	1,5	4,36
2	6,56	1,5	3,70
3	6,70	1,5	2,80
4	5,73	1,5	2,73
5	5,01	1,5	3,47
Rata-rata	6,49		3,41

**Table 4. 3** Data aliran pipa 3/4 inchi.

No	Waktu (s)	Debit (Q)	Kecepatan Aliran (V)
1	7,83	1,5	3,62
2	5,18	1,5	2,43
3	4,64	1,5	2,68
4	5,36	1,5	2,74
5	5,53	1,5	2,71
Rata-rata	5,70		2,83

**Table 4. 4** Data aliran pipa 1 inchi

No	Waktu (s)	Debit (Q)	Kecepatan Aliran (V)
1	6,46	1,5	3,04
2	5,63	1,5	2,71
3	5,15	1,5	2,58
4	5,39	1,5	2,95
5	5,11	1,5	2,64
Rata-rata	5,54		2,78



**Grafik 4.1** Data kecepatan aliran fluida

Pengambilan data diatas maka dapatkan data kecepatan aliran yaitu pada pipa diameter 1/2 inchi sebesar 3,41 L, pada pipa diameter 3/4 inchi sebesar 2,83 L, dan pada pipa diameter 1 inchi sebesar 2,78 L. Disini bisa di simpulkan bahwa pipa yang memiliki ukuran diameter memiliki laju aliran yang besar, karena semakin kecil diameter fluida mengalir akan semakin laju.

b. Tekanan fluida dalam pipa

Dari pengujian alat peraga uji rugi-rugi aliran mendapatkan hasil tekanan fluida yang mengalir pipa yang dapat di lihat pada persamaan dan tabel berikut:

$$Pa = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad \dots(4.6)$$

Dimana :

- P : Tekanan Fluida (Pa)
- D : Diameter pipa (inchi ke meter)
- Q : Laju aliran (L/s ke m<sup>3</sup>/s)
- g : Gravitasi = 9,81 m/s<sup>2</sup>

Pipa 1/2in  
Diketahui:

$$D : 0,0127 \text{ m}$$

$$Q : 0,231 \text{ m/s}$$

$$\pi : 3,14$$

Ditanya:

$$Pa=?$$

Jawab;

$$Pa = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$Pa = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$= \frac{(4 \times 0,231)}{(3,14 \times 0,00016129)}$$

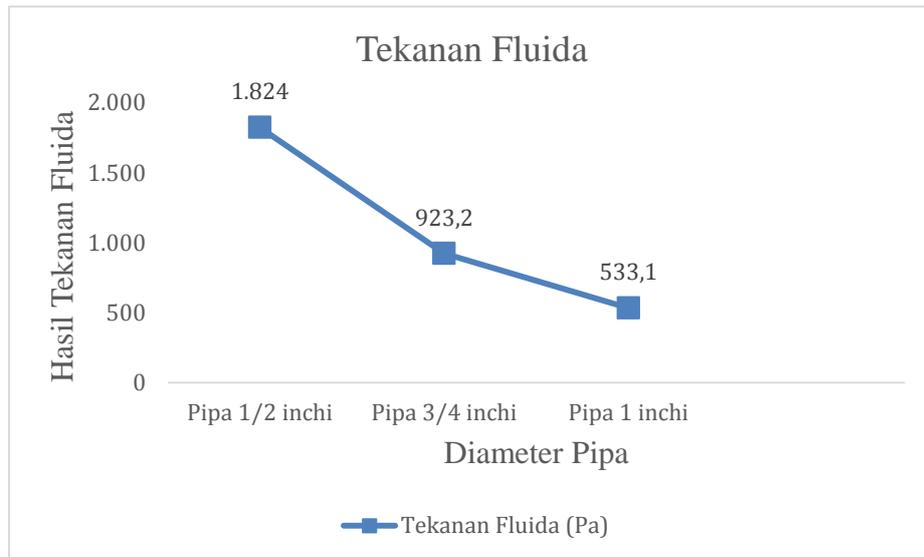
$$= \frac{(0,924)}{(0,0005064506)}$$

$$= 1.824 Pa$$

Maka hasil tekanan fluida dari pipa berdiameter 3/4 inchi dan 1 inchi dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

**Table 4. 5** Tekanan fluida dalam pipa

No	Diameter Pipa	Tekanan Fluida ( Pa)
1	Pipa 1/2 inchi	1,824
2	Pipa 3/4 inchi	923,2
3	Pipa 1 inchi	533,1



**Grafik 4. 2** Tekanan fluida

Pada data tekanan fluida diatas penulis mendapatkan hasil pada pipa berdiameter 1/2 inchi memiliki tekanan fluida sebesar 1.824 Pa, pada pipa 3/4 inchi memiliki tekanan fluida sebesar 923,2 Pa, dan pada pipa 1 inchi memiliki tekanan fluida sebesar 533,1. Dari data diatas dapat diketahui bahwa tekanan fluida yang besar berada pada pipa 1/2 inchi, karena pipa 1/2 inchi memiliki diameter kecil sehingga fluida yang mengalir melalui pipa 1/2 inchi mendapatkan tekanan yang besar.

c. Jenis aliran fluida

Untuk mengetahui jenis aliran ini dilakukan dengan menggunakan bilangan reynolds. Hasil bilangan reynolds dan jenis aliran dapat dilihat pada tabel dibawah :

Persamaan reynolds

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad \dots(4.7)$$

Dimana:

Re : Bilangan reynolds

V : kecepatan aliran (m/s)

D : Diameter pipa (m)

$\nu$  : viskositas ( $27^\circ$ )

Pipa 1/2 inchi

Diketahui:

$$V : 0,00341 \text{ m/s}$$

$$D : 0,0127 \text{ m}$$

$$\nu : 8576 \times 10^{-7}$$

Ditanya:

$$Re = ?$$

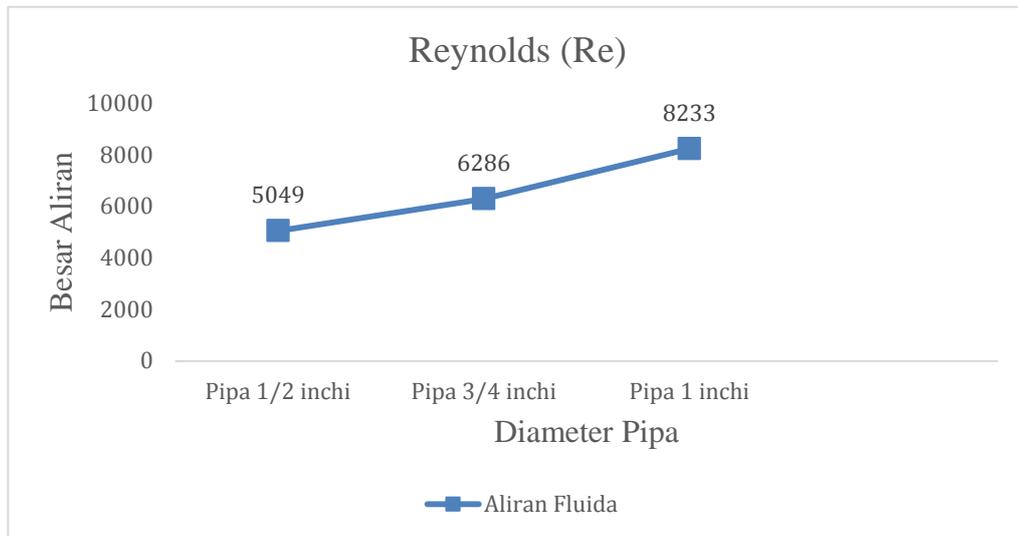
Jawab:

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \times D}{\nu} \\ &= \frac{0,0341 \times 0,0127}{0,0000008576} \\ &= 50,4979 \times 10^{-2} \\ &= 5049 \end{aligned}$$

Maka hasil dari reynolds pipa berdiameter 3/4 inchi dan 1 inchi dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

**Table 4. 6** Jenis aliran

No	Diameter pipa	Reynolds	Jenis aliran
1	Pipa 1/2 inchi	5049	Turbulen ( Tak beraturan )
2	Pipa 3/4 inchi	6286	Turbulen ( Tak beraturan )
3	Pipa 1/2 inchi	8233	Turbulen ( Tak beraturan )



**Grafik 4. 3** Jenis aliran reynolds

Dari tabel diatas dapat diketahui pada pipa 1/2 inchi, pipa 3/4 inchi dan pipa 1 inchi memiliki jenis aliran turbulen dengan arti fluida mengalir dengan bergerak secara tidak beraturan. Karena dipengaruhi oleh banyaknya sambungan pipa dan belokan pipa dan fluida harus mengalir ruangan pipa yang kosong terlebih dahulu. Dari data diatas juga dapat di ketahu bahwa semakin besar diameter pipa, aliran turbulen juga semakin besar.

d. Faktor gesekan pipa

Untuk mengetahui faktor gesekan pipa ini dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis. Dapat dilihat pada tabel dibawah :

Persamaan Blasius untuk  $Re = 3000-100.000$

$$f = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad \dots(4.8)$$

Dimana :

f : Faktor friksi (gesekan)

Re : Reynolds

Pipa 1/2 inchi

Diketahui:

Reynolds :  $5049,79^{-2}$

Ditanya:

f =?

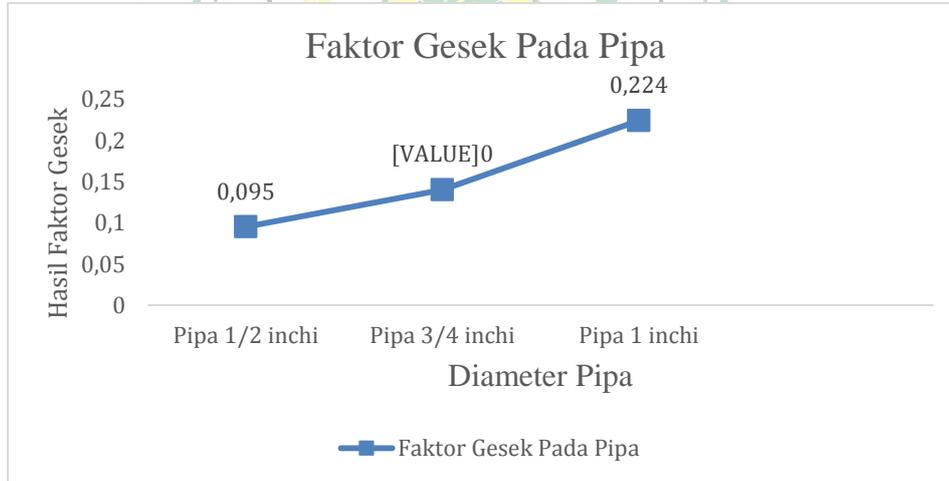
Jawab:

$$\begin{aligned} f &= \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \\ &= \frac{0,316}{5049,79^{-2 \times 0,25}} \\ &= \frac{0,316}{3,3057} \\ &= 0,095 \end{aligned}$$

Maka hasil dari faktor gesek pada pipa berdiameter 3/4 inchi dan 1 inchi dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

**Table 4. 7** Faktor gesekan pada pipa

No	Diameter Pipa	Faktor Gesek Pada Pipa
1	Pipa 1/2 inchi	0,095
2	Pipa 3/4 inchi	0,140
3	Pipa 1 inchi	0,224



**Grafik 4. 4** Faktor pada pipa

Dari data diatas dapat diketahui bahwa faktor gesek pada pipa 1/2 inchi sebesar 0,095, pada pipa 3/4 inchi sebesar 0,140, dan pada pipa 1 inchi faktor geseknya sebesar 0,224, disini dapat disimpulkan bahwa semakin besar pipa maka faktor gesekannya semakin besar.

e. Kerugian *head* (*head losses*)

Untuk mengetahui kerugian *head* (*head losses*) pada pipa ini dilakukan dengan menggunakan persamaan matematis. Dapat dilihat pada tabel dibawah:

$$\Delta h = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right) \quad \dots(4.9)$$

Dimana :

- $\Delta h$  : head losses
- f : factor friksi (gesekan)
- L : Panjang pipa
- D : Diameter pipa
- V : Kecepatan Fluida (Dikonversi ke m/s)
- g : grafitasi

Pipa 1/2 inchi

Dik :

- f : 0,095
- L : 2m
- D : 0,0127m
- V : 3,41 L/s (konversi = 0,00341 m/s)

Dit :

$\Delta h = ?$

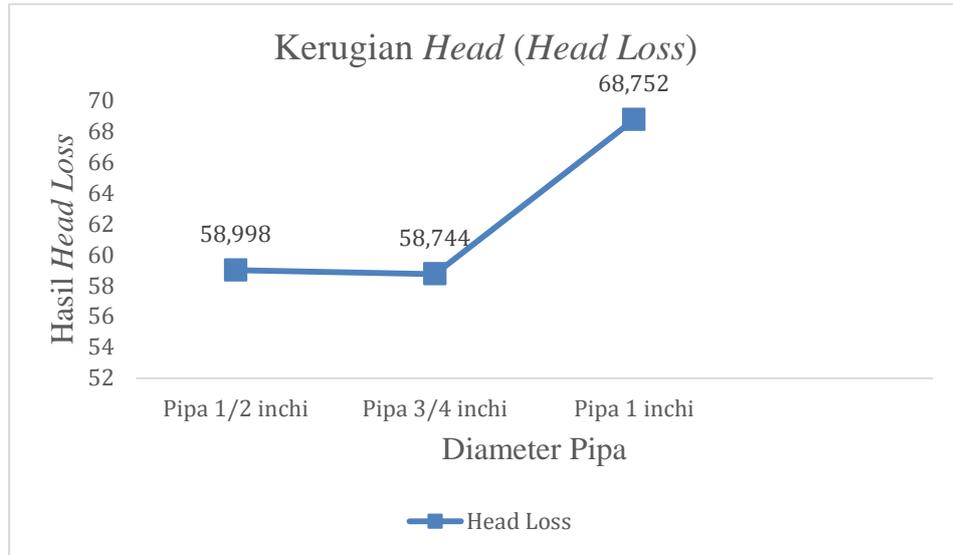
Jawab:

$$\begin{aligned} \Delta h &= f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right) \\ &= 0,095 \left( \frac{2}{0,0127} \right) \left( \frac{0,00341^2}{2 \times 9,81} \right) \\ &= 0,095 \times 105,26 \times 5,9 \\ &= 58,998m \end{aligned}$$

Maka hasil dari kerugian *head* (*head losses*) pipa berdiameter 3/4 inchi dan 1 inchi dapat di lihat pada tabel dan grafik dibawah ini:

**Table 4. 8** Kerugian *head* (*head losses*)

No	Diameter Pipa	Kerugian <i>Head</i> ( <i>Head Losses</i> )
1	Pipa 1/2 inchi	58,998
2	Pipa 3/4 inchi	58,744
3	Pipa 1 inchi	68,752



Kerugian *head* (*head losses*)

Dari data diatas dapat diketahui bahwa kerugian *head* (*head losses*) pada pipa 1/2 inchi sebesar 58,998, pada pipa 3/4 inchi sebesar 58,744, dan pada pipa 1 inchi sebesar 68,752. Disini dapat di simpulkan kerugian pada pipa 1 inch lebih besar karena faktor diameter pipa dan terdapat pada awal masuk fluida dari pompa hisap, pada pipa 1/2 inchi lebih besar dari pipa 3/4 karena fluida mengalir langsung dan tidak mengisi ruang kosong terlebih dahulu, sedangkan pada pipa 3/4 inchi kerugian kecil karena sebelum fluida mengalir ke pipa 3/4 fluida memenuhi terlebih dahulu ruang pipa yang kosong.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan alat peraga uji rugi-rugi aliran dapat disimpulkan :

1. Jadi dapat disimpulkan tekanan fluida yang terjadi pada pipa 1/2 inci sebesar 1.824 Pa , tekanan pada pipa 3/4 inci sebesar 923,2 Pa dan tekanan yang terjadi pada pipa 1 inci sebesar 533,1 Pa, maka dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran pipa maka semakin besar tekanan fluida yang terjadi pada pipa tersebut.
2. Jenis aliran pada alat peraga pipa uji rugi aliran yaitu memiliki jenis aliran turbulen karena hasil reynolds besar dari 4000.
3. Faktor gesek pada pipa terjadi pada saat fluida mengalir pada ruang pipa, faktor gesek pipa akan semakin besar mengikuti besarnya diameter pipa.
4. Kerugian pada pipa 1 inch lebih besar karena faktor diameter pipa dan terdapat pada awal masuk fluida dari pompa hisap, pada pipa 1/2 inci lebih besar dari pipa 3/4 inci karena fluida mengalir langsung dan tidak mengisi ruang kosong terlebih dahulu, sedangkan pada pipa 3/4 inci kerugian kecil karena sebelum fluida mengalir ke pipa 3/4 inci fluida memenuhi terlebih dahulu ruang pipa yang kosong.

#### **5.2 Saran**

Saran dari penulis dalam perancangan dan pembuatan alat peraga uji rugi-rugi aliran adalah sebagai berikut:

1. Disarankan untuk memilih bahan yang sesuai dengan perencanaan dalam pembuatan alat peraga uji rugi-rugi aliran.
2. Para peneliti selanjutnya diharapkan untuk mempertimbangkan modifikasi pada alat peraga yang digunakan agar sesuai dengan tingkat penggunaan dan mengikuti perkembangan teknologi di era modern saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “J. T. Mesin et al., “ANALISIS DEBIT AIR DAN RUGI BELOKAN PADA PIPA TEE email bagas.dwiprakoso95@gmail.com email kunsuharno@untidar.ac.id Abstrak PENDAHULUAN Aspek penting bagi kehidupan adalah air , terutama bag.pdf.”
- [2] “M. M. Rizki, M. Nalahuddin, and R. Muharni, ‘Analisis Kebutuhan Debit Air Di Gedung C RSUD Kota Bukittinggi,’ J. Tek. Mesin, vol. 14, no. 2, pp. 94–98, 2021, doi 10.30630jtm.14.2.657..pdf.”
- [3] “M. Y. R. Siahaan and R. A. Siregar, ‘Jurnal Dinamis,’ vol. 10, no. 1, pp. 15–21, 2022..pdf.”
- [4] “I. Eka Putra, S. Sulaiman, and A. Galsha, ‘Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC,’ pp. 34–39, 2017, doi 10.21063pimimd4.2017.34-39..pdf.”
- [5] “I. M. A. Sayoga and I. M. Nuarsa, ‘97-278-1-Pb,’ vol. 2, no. 2, pp. 75–83, 2012..pdf.”
- [6] “M. Sugiri and V. E. Setiawan, “Analisis alat uji mekanika fluida pada laboratorium sebelum dan sesudah rekondisi penambahan alat ukur Laboratory analysis of fluid mechanics test tools before and after refurbishmen.pdf.”
- [7] “N. Yusuf and H. Hariadi, ‘Analisis Hasil Percobaan Alat Praktikum Rugi-Rugi Aliran Dalam Pipa,’ Rang Tek. J., vol. 4, no. 1, pp. 180–187, 2021, doi 10.31869rtj.v4i1.2315.pdf.”
- [8] “M. C. F. D. Fluent, ‘Analisa pressure drop pada instalasi pipa alat uji rugi-rugi aliran menggunakan cfd fluent 6.0,’ pp. 45–56..pdf.”
- [9] “Kurniati, ‘Studi Analisis Perbandingan Kecepatanaliran Air Melalui,’ J. Din., vol. 04, no. 1, pp. 62–78, 2013..pdf.”
- [10] “Arijanto, E. Yohana, and F. T. H. Sinaga, ‘Analisis Pengaruh Kekentalan Fluida Air Dan Minyak Kelapa Pada Performansi Pompa Sentrifugal,’ J. Tek. Mesin S-1, vol. 3, no. 2, pp. 212–219, 2015..pdf.”
- [11] “M. T. A. Fadli et al., ‘Rancang Bangun Visualisasi Aliran Air Di Dalam Pipa Tubular Dengan Vortex Generator Untuk Meningkatkan Sifat

Turbulensi Fluida,' Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine, vol. 7, no. 2, pp. 205–.pdf.”

- [12] “Belajar Pintar Materi SMP, SMA, SMK,” Gambar jenis aliran. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://akupintar.id/belajar/-/online/materi/modul/11/fisika/fluida-dinamis/fluida-dinamis/114449403>
- [13] “Hukum Bernoulli Adalah - Homecare24,” Gambar aliran bernoulli. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://homecare24.id/hukum-bernoulli-adalah/>
- [14] “K. L. Yana, K. R. Dantes, and N. A. Wigraha, ‘Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging,’ J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha, vol. 5, no. 2, 2017, doi 10.23887/jtm.v5i2.10872..pdf.”
- [15] “Ahmad Supendi and Muhamad Fitri, ‘Pemilihan Spesifikasi Komponen Alat Uji Prestasi Pompa Menggunakan Metode Analisis Persamaan Bernoulli,’ J. Tek. Mesin, vol. 11, no. 1, 2022..pdf.”
- [16] “S. Lubis, I. Siregar, and A. M. Siregar, ‘Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat,’ J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi, vol. 3, no. 2, pp. 85–92, 2020, doi 10.305.pdf.”
- [17] “Pompa Perpindahan Positif (Positive Displacement Pump) - Proses Industri,” Gambar pompa perpindahan positif. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.prosesindustri.com/2015/05/pompa-perpindahan-positif-positive.html>
- [18] “Bayu Syahputra, Ikhwansyah Isranuri, Syahrul Abda, Tugiman, and Alfian Hamsi, ‘Studi Eksperimental Deteksi Fenomena Kavitasi Pada Pompa Distilasi Dengan Menggunakan Sinyal Spektrum Getaran,’ Dinamis, vol. 5, no. 3.pdf.”
- [19] “(PDF) Pompa Sentrifugal,” Gambar Pompa sentrifugal dokumen.tips. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://dokumen.tips/documents/pompa-sentrifugal-55a751f266a7b.html>
- [20] “P. Saint, P. Sorong, L. Rangka, P. Rangka, S. Kelapa, and M. Diesel, ‘Desain rangka utama mesin pengurai sabut kelapa asej surya sanjaya 1 yolanda j. lewerissa 2,’ vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2022..pdf.”

- [21] “D. Sapta Sulendra, ‘Konfigurasi Seri Paralel Flange Pipa Menggunakan Reliability Blok Diagram pada PT. Pertamina (PERSERO) TBBM Pontianak,’ vol. 03, No 2, p. 65, 2019.pdf.”
- [22] “Pipa Beton Bertulang - Tipe R Kelas 3 - Pabrik Pipa Beton,” Gambar sketsa pipa. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://pipabeton.id/products/pipa-beton-bertulang-tipe-r-kelas-3/>
- [23] “20-400 Spesifikasi SDR11 Tebal HDPE electrofusion elbow,” Gambar Sketsa Elbow. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://indonesian.industrialsteelpipefittings.com/sale-27435073-20-400-specification-sdr11-thickness-hdpe-electrofusion-elbow.html>
- [24] “Jual Mesin Las RHINO MERAH 120 A 900 watt Mesin Las Listrik Inverter Travo - Kota Cirebon - Toko Sukses SejahteraCRB | Tokopedia,” Gambar mesin las. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: [https://www.tokopedia.com/tsuksessejahtera/mesin-las-rhino-merah-120-a-900-watt-mesin-las-listrik-inverter-travo?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=pdp-seo](https://www.tokopedia.com/tsuksessejahtera/mesin-las-rhino-merah-120-a-900-watt-mesin-las-listrik-inverter-travo?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo)
- [25] “MATA GERINDA POTONG BESI UKURAN 4 - 7 INCH/ BATU GERINDA POTONG | Lazada Indonesia,” Gambar mata grind. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.lazada.co.id/products/mata-gerinda-potong-besi-ukuran-4-7-inch-batu-gerinda-potong-i5682932144.html>
- [26] “Alat Mekanik Set 205-Piece, Perangkat Rumah Tangga Indonesia | Ubuy,” Gambar tool box. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.ubuy.co.id/id/product/31Z2HKE8-mechanics-tool-set-205-piece-household-tool-kit-set-with-tools-box-case-for-men-and-women>
- [27] “Jenis Alat Ukur Dan Fungsinya | KlikMJM,” Gambar alat ukur. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.klikmjm.com/article/91/jenis-alat-ukur-dan-fungsinya/>
- [28] “Besi Siku 80 x 80 x 8,0mm - 6 M | E-Katalog 5.0,” Gambar besi siku. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://e-katalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/61276644>

- [29] “Jual PIPA PVC (AW) UK. 1 INCH PANJANG 4 M di toko CV. GLOBAL JAYA INDO | SIPLAH,” Gambar pipa pvc. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://siplah.tokoladang.co.id/produk/pipa-pvc-aw-uk-1-inch-panjang-4-m.1284749>
- [30] “Jual Katup Pipa Pvc Original Murah - Harga Diskon Maret 2024,” Gambar katup pipa. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.blibli.com/jual/katup-pipa-pvc>
- [31] “Jual Box Container 50 Liter CPM Tanaka Lebih Tebal Kotak Penyimpanan Barang Plastik Kontainer Rak Susun Barang Serbaguna Kualitas Shinpo di Seller laulaushop - Pekojan-2, Kota Jakarta Barat | Blibli,” Gambar tangki air. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.blibli.com/p/box-container-50-liter-cpm-tanaka-lebih-tebal-kotak-penyimpanan-barang-plastik-kontainer-rak-susun-barang-serbaguna-kualitas-shinpo/ps--LAP-70102-00125>
- [32] “Promo Mesin Gerinda Potong 4" Bosch GWS 060 / Mesin Gerinda Tangan GWS060 Diskon 13% di Seller toko hardtool - Cengkareng Timur, Kota Jakarta Barat | Blibli,” Gambar Grinda potong. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.blibli.com/p/mesin-gerinda-potong-4-bosch-gws-060-mesin-gerinda-tangan-gws060/ps--TOH-70481-02716>
- [33] “Jenis Kawat Las Untuk Plat Tebal Dan Tipis (Argon, Stainless, Galvanis),” Gambar kawat las. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://udhargabangunan.com/jenis-kawat-las.html>
- [34] “Jual Sambungan Pipa Fitting PVC Knee Knie AW 8" Elbow AW 8 Inch RUCIKA - - TOKO SUKSES TEKNIK ABADI | Tokopedia,” Gambar Elbow. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: [https://www.tokopedia.com/tosuksesteknik/sambungan-pipa-fitting-pvc-knee-knie-aw-8-elbow-aw-8-inch-rucika?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=pdp-seo](https://www.tokopedia.com/tosuksesteknik/sambungan-pipa-fitting-pvc-knee-knie-aw-8-elbow-aw-8-inch-rucika?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo)
- [35] “Jual Lem pipa pvc lem pipa paralon tube 45 gr MULTIPLAS | Shopee Indonesia,” Gambar lem pipa. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia

pada: <https://shopee.co.id/Lem-pipa-pvc-lem-pipa-paralon-tube-45-gr-MULTIPLAS-i.15440995.6254143684>

[36] “Jual Papan Triplek Mebel 122 cm x 244 cm 12 mm berkualitas terbaik dan harga murah - terbaru Maret 2024 | GoCement,” Gambar triplek. Diakses: 1 Maret 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://gocement.com/merchant/surabaya/papan-triplek-mebel-122-cm-x-244-cm-12-mm>



## LAMPIRAN 1

Etiket desain komponen alat peraga uji rugi rugi aliran

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Flow meter digital 2		3
2	L BOW		12
3	Part1 simp 3 panjang 2		1
4	PIPA SAMBUNG ATAS 3		4
5	PIPA SAMBUNGAN BAWAH MEJA		10
6	Rangka		1
7	SIMPANG 3		3
8	PANGKAL SINGKAT HISAP HEMBUS		4
9	Assem1		1
10	DUDUKAN MESIN		1
11	Part5 baru		1
12	2/PIPA DALAM TANGKI HISAP 1		1
13	ASSEMBI MESIN		1
14	1 PANGKAL HISAP AWAL		3
15	Triplek melamin^fix desain		1
16	PIPA SAMBUNGAN ATAS HEMBUS 2		3
17	ASSEMBLY KATUP		3

Skala : -

Satuan : mm

Tanggal : 05/01/24

Digambar : Jody Agusmal

NIM : 191000221201031

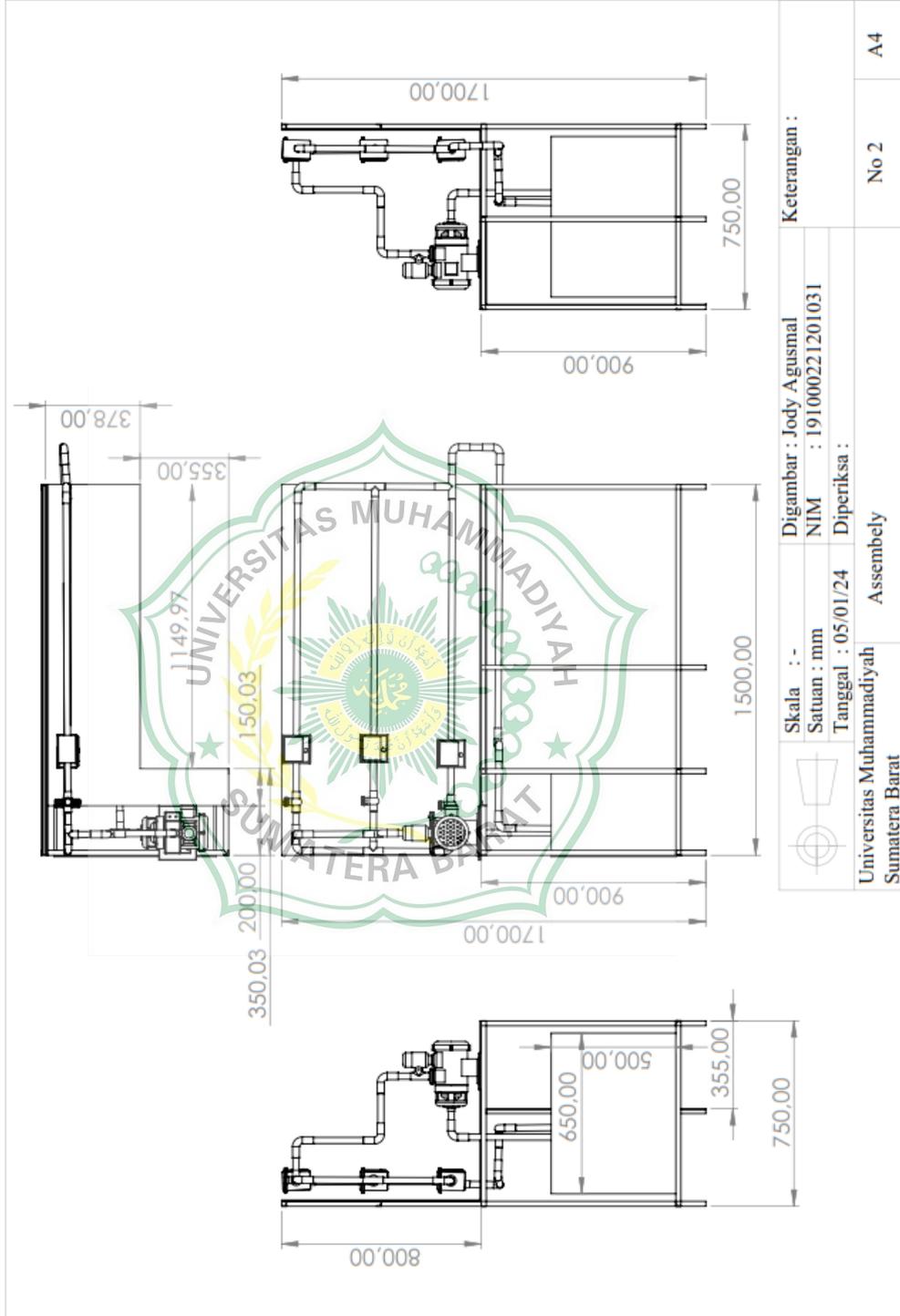
Diperiksa :

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

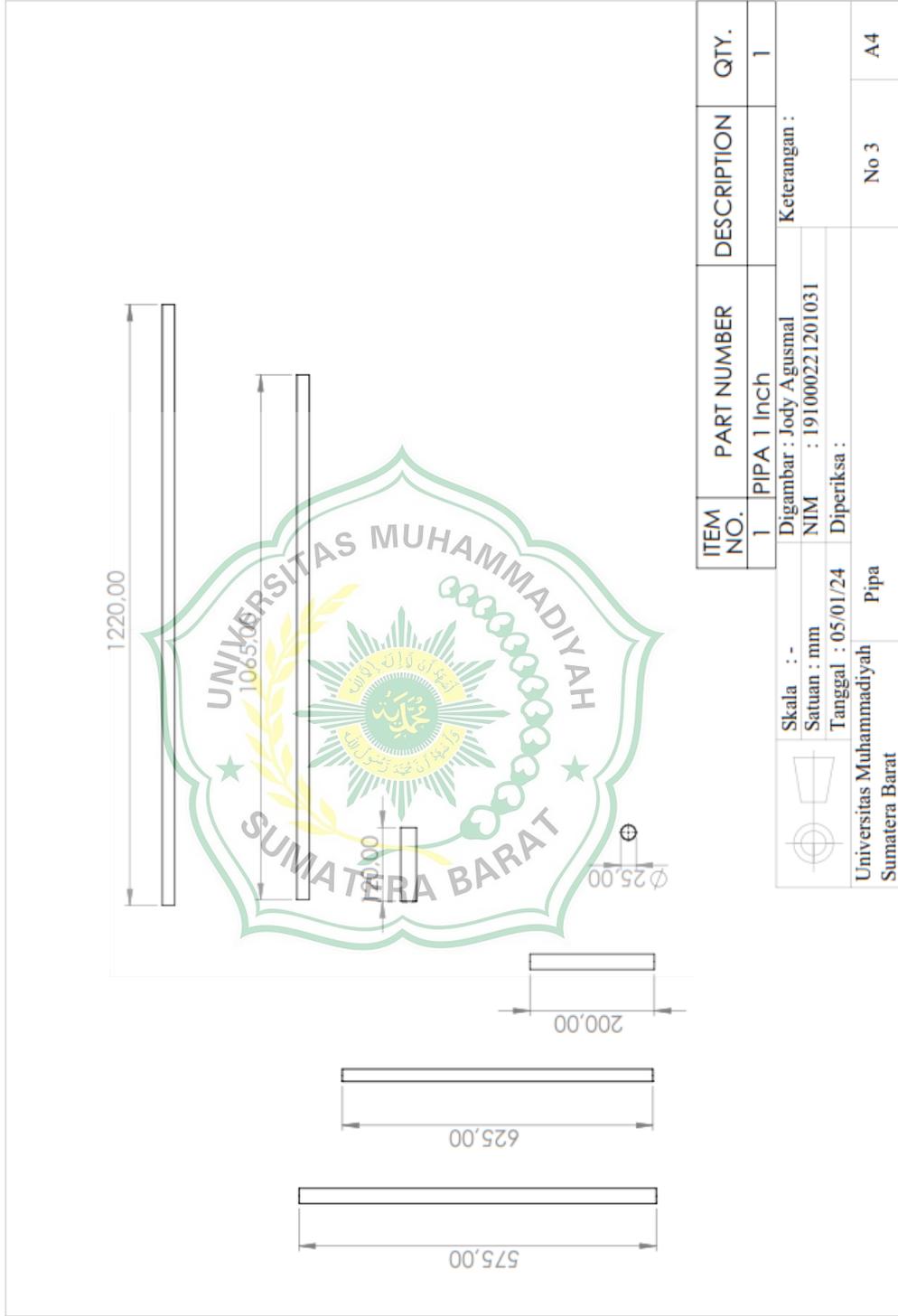
Assembly

No 1

Keterangan :



	Skala : -	Digambar : Jody Agusmal	Keterangan :
	Satuan : mm	NIM : 191000221201031	
	Tanggal : 05/01/24	Diperiksa :	
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat	Assembely	No 2	A4



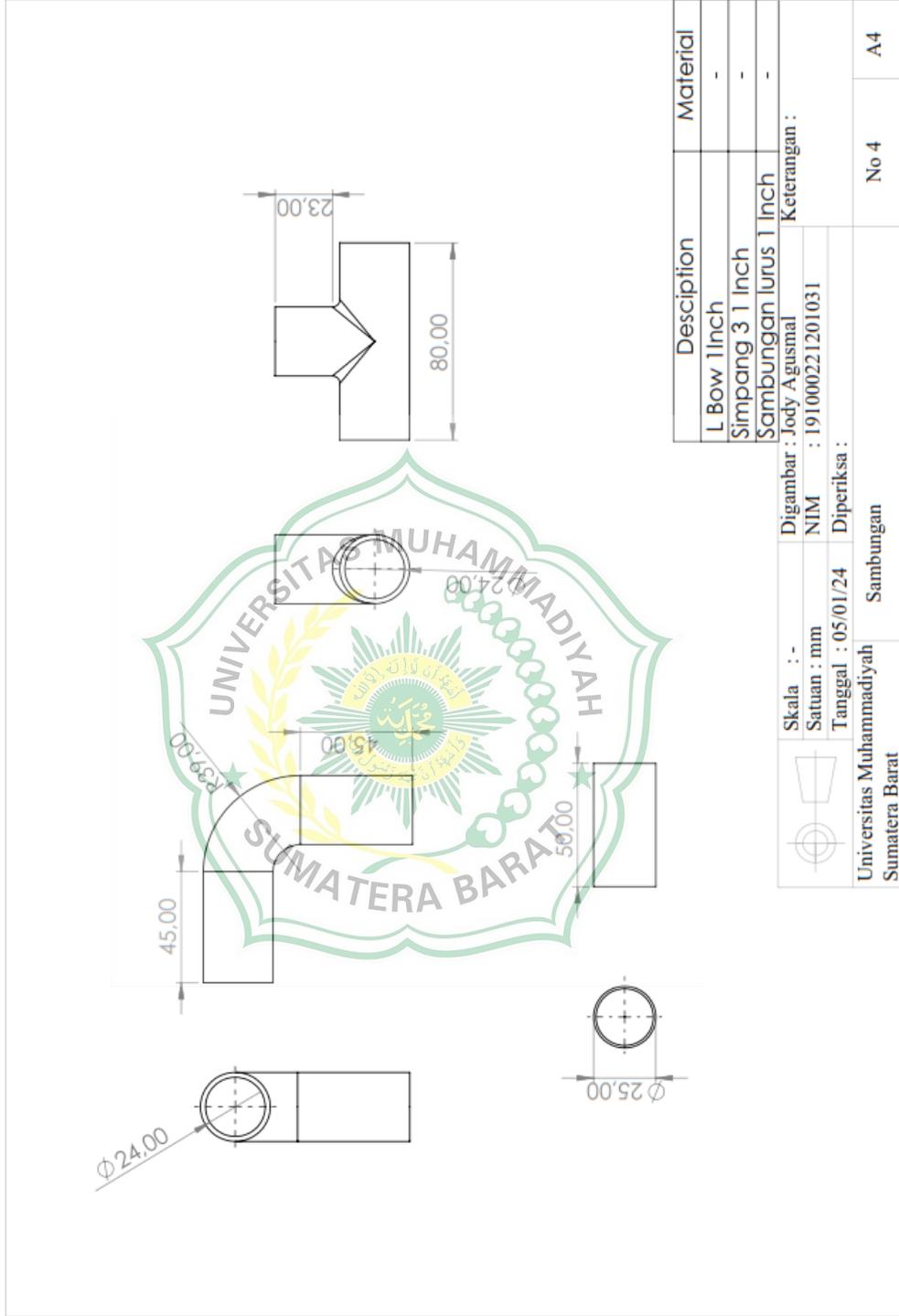
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	PIPA 1 Inch		1

Digambar : Jody Agusmal  
 NIM : 191000221201031  
 Diperiksa :  
 Tanggal : 05/01/24



Universitas Muhammadiyah  
 Sumatera Barat

Keterangan :  
 No 3  
 A4



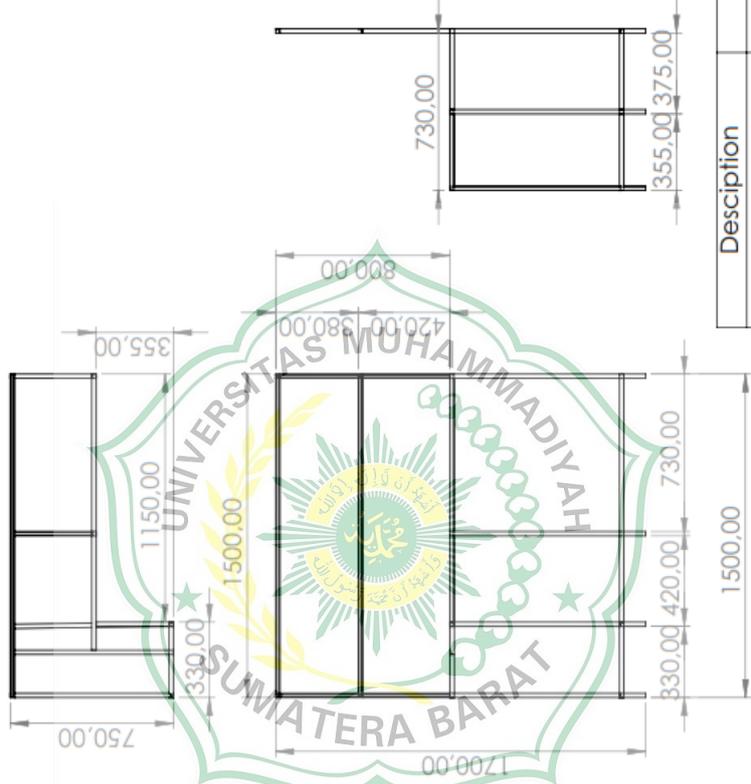
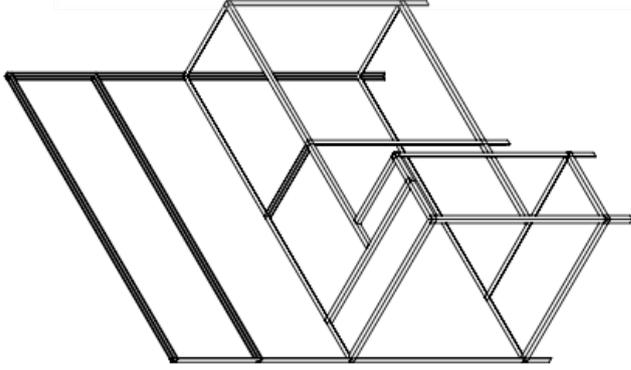
Description	Material
L Bow 1 Inch	-
Simpang 3 1 Inch	-
Sambungan lurus 1 Inch	-

Digambar : Jody Agusmal  
 NIM : 191000221201031  
 Keterangan :

Skala : -  
 Satuan : mm  
 Tanggal : 05/01/24  
 Diperiksa :

Universitas Muhammadiyah  
 Sumatera Barat

No 4 A4



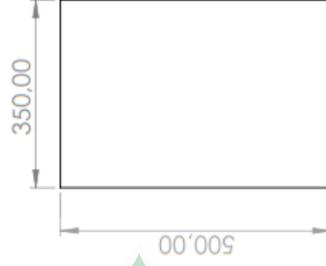
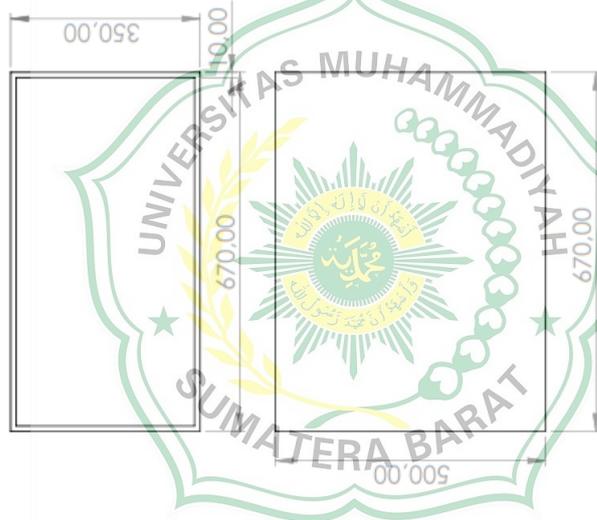
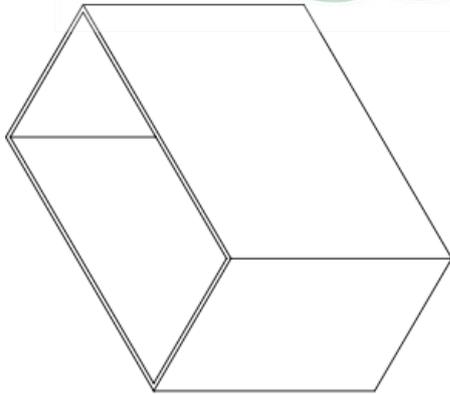
Description	Material
Baja Profil L 20x20x3	-

Skala : -	Digambar : Jody Agusmal	Keterangan :
Satuan : mm	NIM : 191000221201031	
Tanggal : 05/01/24	Diperiksa :	

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat	Rangka	No 5	A4
-----------------------------------------	--------	------	----



Skala : -

Satuan : mm

Tanggal : 05/01/24

Digambar : JodyAgusmal

NIM : 191000221201031

Diperiksa :

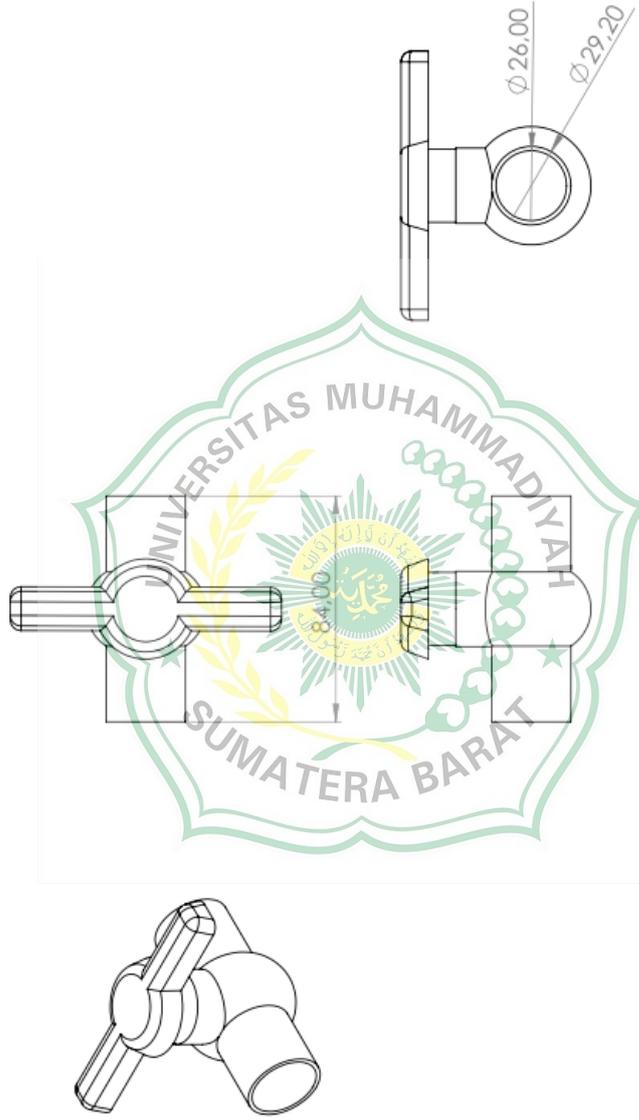
Keterangan :

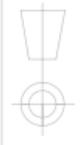
Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Barat

Tangki

No 7

A4



	Skala : -	Digambar : JodyAgusmal	Keterangan :
	Satuan : mm	NIM : 191000221201031	
	Tanggal : 05/01/24	Diperiksa :	
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat		Katup 1 Inch	No 8
			A4

## LAMPIRAN 2

Gambar proses pembuatan alat peraga uji rugi rugi aliran

