



# Pembuatan dan Pengujian Alat Uji Sistem Perpipaan Skala Laboratorium

Ahmad Fathoni<sup>a,\*</sup>, Purwo Subekti<sup>a</sup>, Legisnal Hakim<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Rokan Hulu

<sup>b</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru

## INFO ARTIKEL

Tersedia Online 21 Juli 2022

## ABSTRAK

Perhitungan dilakukan pada sistem perpipaan yang menggunakan pompa tunggal, pompa seri dan pompa paralel. Dari pembuatan dan pengujian yang dilakukan penurunan tekanan yang terjadi cenderung mengalami peningkatan bila panjang pipa yang digunakan besar dan jumlah komponen perpipaan yang digunakan semakin banyak. Dengan adanya perhitungan yang matang dari segi bahan pipa dan komponen perpipaan yang digunakan serta perhitungan yang tepat maka akan diperoleh hasil pembuatan yang baik. Proses pembuatan alat uji di bagi menjadi dua bagian yaitu bagian pertama fokus kepada pembuatan meja kerja, dan bagian yang ke dua fokus kepada pembuatan rangkaian sistem perpipaan. Dimana setelah proses ini semua selesai barulah kita posisikan bak penampung airnya sesuai dengan posisi yang telah di tentukan sehingga dapat kita isi dengan fluida cair sesuai dengan ukurannya, setelah itu baru kita lakukan pengujian. Dari hasil pengujian yang di lakukan diperoleh bahwa penurunan tekanan yang terjadi pada pipa lurus dan memiliki sedikit komponen perpipaan yang terpasang pada sistem perpipaan lebih kecil dibandingkan dengan sistem perpipaan yang memiliki belokan dan banyak komponen perpipaan yang terpasang pada sistem perpipaan baik yang menggunakan pompa tunggal, pompa seri dan pompa paralel. Dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa penggunaan pipa yang lurus atau sedikit belokan dan sedikit pemasangan komponen perpipaan lebih baik dan efektif.

**Kata kunci :** Rangkaian Perpipaan, Pompa, Tekanan.

## CONTACT

ahmadfathoniupp@gmail.com\*  
 purwos@gmail.com  
 legishakim@yahoo.com

## ABSTRACT

*Calculations are carried out on a piping system that uses a single pump, a series pump and a parallel pump. From the manufacture and testing carried out, the pressure drop that occurs tends to increase when the length of the pipe used is large and the number of piping components used is increasing. With careful calculations in terms of pipe materials and piping components used as well as precise calculations, good manufacturing results will be obtained. The process of making test equipment is divided into two parts, the first part focuses on making a workbench, and the second part focuses on making a series of piping systems. Where after this process is all finished, then we position the water reservoir according to its size, after that we just do the test. From the results of the tests carried out, it was found that the pressure drop that occurs in straight pipes and has few piping components installed in the piping system is smaller than the piping system which has bends and many piping components installed in the piping system, whether using a single pump, pump series and parallel pumps. Thus, we can conclude that the use of straight pipes or a few bends and a little installation of piping components is better and more effective.*

**Keywords :** Piping Circuit, Pump, Pressure.

## I. PENDAHULUAN

Fluida adalah suatu zat alir yang dapat mengalami perubahan bentuk secara kontiniu (terus-menerus) dan apabila diberi tegangan geser

sekecil apapun akan mengalami pergeseran. Secara umum fluida dibedakan atas fluida cair dan fluida gas. Salah satu contoh dari fluida cair adalah air.

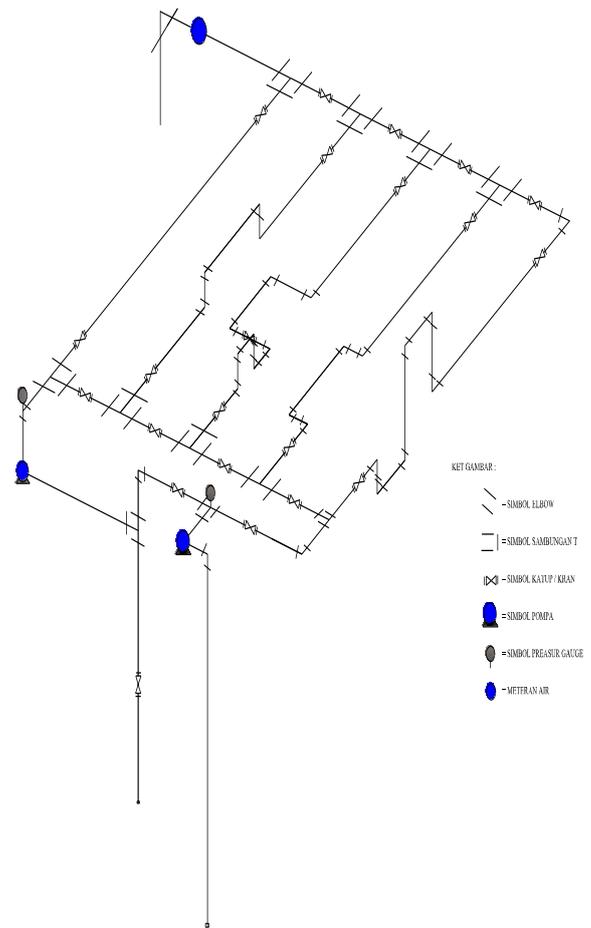
Air merupakan salah satu zat cair yang banyak digunakan oleh manusia. Manusia selalu menggunakan air untuk keperluan sehari-hari, bahkan untuk keperluan industri air juga dimanfaatkan, seperti untuk pengisian boiler, penyiraman bibit tanaman perkebunan, dan pengolahan makanan. Air yang dibutuhkan oleh industri ada yang dekat dan ada juga yang jauh dari sumbernya. Bila sumber air yang diperlukan memiliki jarak yang jauh maka diperlukan waktu dan tenaga yang besar untuk membawa air tersebut ketempat penampungan secara tepat.

Dalam aplikasi kehidupan sehari-hari manusia menggunakan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan menggunakan sistem perpipaan yang akan mempermudah pengaliran fluida tersebut. Pada saat ini sistem perpipaan sangat banyak digunakan, baik untuk industri besar ataupun industri kecil sistem perpipaan selalu dipakai. Fluida yang dibutuhkan akan dialirkan melalui suatu sistem perpipaan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan bantuan pompa.

Tekanan yang dihasilkan oleh pompa akan mendorong fluida agar dapat mengalir melewati sistem perpipaan yang telah ditentukan. Pada pelaksanaannya tekanan yang diperlukan untuk tugas tersebut akan semakin besar jika jarak yang ditempuh semakin besar pula, semakin panjang pipa dan semakin banyak instrument perpipaan yang dipakai maka tekanan yang hilang juga akan semakin besar. Oleh karena itu untuk memperkecil tekanan yang hilang akibat penggunaan instrument perpipaan maka perlu dilakukan perencanaan yang tepat untuk sistem perpipaan yang akan dipakai. Dengan melakukan analisa yang tepat pada berbagai sistem perpipaan dan komponen yang dipakai, akan mempermudah pemilihan dan perencanaan pemasangan sistem perpipaan yang lebih efisien. [1]

## II. MATERIAL DAN METODE

Pembuatan alat uji sistem perpipaan dimaksudkan untuk memperoleh data perubahan tekanan fluida terdiri atas lima rangkaian perpipaan yang berbeda, dimana fluida yang dialirkan pada perpipaan tersebut adalah air. Alat pengujian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Uji

Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan perubahan tekanan fluida pada alat uji perpipaan diperoleh dari :

1. Melakukan percobaan pada alat uji perpipaan dengan menggunakan lima rangkaian yang berbeda .
2. Percobaan yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, dimana tahap pertama adalah percobaan yang menggunakan pompa tunggal dan lima rangkaian perpipaan. Tahap kedua adalah percobaan dengan menggunakan pompa seri, dan tahap yang ketiga adalah percobaan yang menggunakan rangkaian pompa paralel dengan lima sistem perpipaan berbeda. [5]

### 2.1 Alat dan bahan yang di gunakan

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam mengambil data adalah sebagai berikut :

1. Alat
  - a. Gergaji kayu dan gergaji besi
  - b. Mesin bor
  - c. Mesin gerinda tangan dan gerinda potong
  - d. Mesin las listrik
  - e. Meteran dan siku
  - f. Palu
  - g. Kunci 10-11 , 12-13 dan 14-15

- h. Tang
- i. Obeng (+) dan (-)
- j. Kuas

2. Bahan

- a. Pipa pengalir dengan diameter 1''
- b. Pompa sentrifugal
- c. Penyambung T 1''
- d. Pressure gauge
- e. Flow meter
- f. Elektroda
- g. Saklar listrik
- h. Triplek
- i. Besi L
- j. Baut 10 dan 12
- k. Stop kran 1''
- l. Elbow 1''
- m. SDL 1''
- n. SDD 1'' x 3/4"
- o. OP 1'' x 3/4"
- p. Seal tape
- q. Lem pipa
- r. Klep
- s. Bak penampung air
- t. Selang 3/4
- u. Cat kaleng 1 Ltr

2.2 Metode

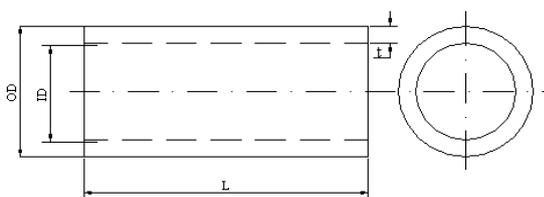
Perpipaan adalah suatu sistem pemasangan pada suatu instalasi atau konstruksi pipa suatu pabrik atau kilang.

Umumnya sistem perpipaan digunakan untuk mengalirkan fluida berupa gas dan cairan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan ataupun tanpa bantuan alat lain. Dengan adanya sistem perpipaan yang di buat maka pemindahan fluida yang diinginkan akan mudah dan cepat sesuai kebutuhan yang diperlukan. [2]

Ukuran standar dari pipa dibuat dalam satuan inchi. Ukuran-ukuran yang perlu diperhatikan dalam pipa adalah :

1. Diameter dalam (ID)
2. Diameter luar (OD)
3. Tebal pipa (t)
4. Panjang pipa (L)

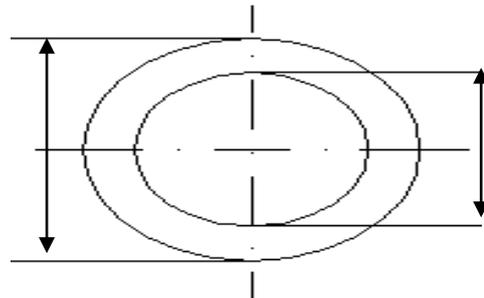
Untuk lebih jelasnya dimensi pipa ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Dimensi Pipa

Berdasarkan ANSI (*American National Standard Institute*) ketebalan dinding pipa nominal dibedakan menurut ukuran pipa. Terdapat tiga jenis ukuran pipa menurut ANSI, yaitu :

1. Ukuran normal, dengan ukuran :  
 Diameter dalam (ID) = 0,0254 m  
 Diameter luar (OD) = 0,0344 m  
 Dimensi pipa untuk pipa normal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Ukuran Pipa Normal

2. Ukuran extra strong  
 Jenis pipa ini mempunyai ketebalan dinding ekstra kuat dirancang untuk tekanan hidrolis, dan berukuran ID = 0.957 in, dan OD = 1.315 in.
3. Ukuran double extra strong  
 Pipa ini dirancang untuk tekanan yang sangat tinggi, ukuran untuk jenis ini adalah ID = 0.599 in, OD = 1.315 in.

Ketebalan dan ukuran pipa sangatlah berhubungan, hal ini disebabkan karena ketebalan pipa tergantung dari ukuran pipa itu sendiri.

Jenis-jenis pipa, komponen dan perlengkapannya haruslah diambil berdasarkan spesifikasi, standar yang terdaftar dalam simbol dan kode yang telah umum digunakan secara internasional dan telah dibuat atau dipilih sebelumnya. Pipa dan komponen yang dimaksud disini adalah pipa, katup, alat penyambung, bagian-bagian khusus, dan lain-lain.

1. Pipa

Jenis-jenis pipa menurut bahan yang sering digunakan adalah :

- a. Pipa besi cor  
 Jenis pipa ini digunakan untuk saluran induk bawah tanah, gas dan untuk air, dapat juga digunakan untuk instalasi pipa uap tekanan rendah.
- b. Pipa baja  
 Pada prinsipnya pipa jenis ini digunakan untuk saluran pipa yang mempunyai temperatur tinggi dan tekanan yang tinggi.
- c. Pipa tembaga  
 Pipa ini tahan terhadap pengaruh korosi bahan kimia, tetapi tidak tahan terhadap temperatur tinggi dan tegangan berulang.

- d. Pipa galvanis  
Pipa galvanis adalah pipa besi biasa yang dicelupkan ke dalam cairan seng untuk mencegah karat. Pipa jenis ini baik untuk pipa yang mengalirkan air minum.
- e. Pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC)  
Polyvinyl chloride atau lebih sering disebut dengan pipa PVC merupakan pipa yang terbuat dari bahan polimer. Umumnya pipa PVC digunakan untuk mendistribusikan air bersuhu rendah dan untuk isolasi kabel listrik. [3]

## 2. Katup (Valve)

Salah satu komponen yang penting pada sistem perpipaan adalah katup. Secara umum katup digunakan untuk mengatur aliran fluida pada sistem perpipaan.

Jenis-jenis katup yang sering digunakan adalah :

- Katup pintu (*Gate Valve*), digunakan untuk pengaturan aliran, baik untuk membuka atau menutup sesuai dengan kebutuhan.
- Katup bola (*Globe Valve*), Digunakan untuk membuka seluruhnya ataupun menutup sama sekali alirannya, di tunjukkan pada gambar 2.3.
- Katup cek (*Check Valve*), digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan hanya untuk satu aliran saja.
- Katup kupu-kupu (*Butterfly Valve*), mempunyai katup tipis dan ringan. Digunakan untuk air.
- Katup peluru (*Ball Valve*), digunakan untuk aliran gas.
- Katup tusuk (*Plug Valve*), digunakan untuk aliran minyak dan pelumas. [4]



**Gambar 4.** Globe Valve

## 3. Komponen Penyambung Perpipaan

Komponen penyambung yang sering digunakan pada instalasi perpipaan dengan ukuran diameter 1”.

Komponen-komponen yang sering digunakan pada pipa adalah:

- Elbow, digunakan untuk membelokkan aliran. Bentuk dari elbow dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Elbow

- Penyambung T, digunakan untuk membagi aliran secara tegak lurus (Gambar 2.5)



**Gambar 6.** Penyambung T

- Kopling, mempunyai bentuk bulat pendek dan kedua ujung bagian dalamnya berulir. Digunakan untuk menyambung jalur pipa yang lurus.
- Komponen penyambung reduser, digunakan untuk menyambung pipa yang berbeda ukurannya. [6]

## 4. Pompa

Pompa merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan suatu fluida dari satu tempat ke tempat yang lain atau dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Prinsip kerja pompa adalah mengubah energi mekanik poros menjadi energi mekanik fluida (*energi kinetik*), sehingga akan menimbulkan tekanan yang lebih tinggi pada sisi buang (*discharge*) dibandingkan dengan pada sisi masuk/isap (*suction*).

Pada sistem perpipaan ini pompa difungsikan untuk memberikan tekanan keluar yang lebih besar terhadap fluida, agar fluida tersebut dapat mengalir melalui pipa yang telah disediakan. [8]

Pompa dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Diantaranya adalah sebagai berikut :

- Pompa berdasarkan jenis impeler
  - Pompa sentrifugal
  - Pompa aliran campur
  - Pompa aliran aksial
- Pompa berdasarkan bentuk rumah
  - Pompa volut
  - Pompa *diffuser*
- Pompa berdasarkan jumlah tingkat
  - Pompa satu tingkat
  - Pompa banyak tingkat

4. Pompa jenis khusus
- Pompa dengan motor terbenam (*Submersible Pump*)
  - Pompa motor terselubung
  - Pompa satu sumbu, menunjukkan salah satu jenis pompa satu sumbu. [9]

#### 5. Alat Ukur Tekanan (Pressure Gauge)

Pressure gauge merupakan salah satu jenis alat ukur yang banyak digunakan saat ini. Penggunaannya yang mudah dan praktis membuat alat ini lebih sering digunakan di industri. Pressure gauge dilengkapi dengan skala ukur yang memudahkan pemakai untuk mengetahui tekanan yang diteliti dengan cepat sehingga kemungkinan kesalahan pengukuran akibat pembacaan ukuran semakin kecil.

Satuan ukuran yang umum digunakan pada pressure gauge adalah Bar, psi, Mpa, dan  $\text{kg/cm}^2$ , gambar 2.8 menunjukkan sebuah pressure gauge yang umum digunakan. [7]



**Gambar 7.** Pressure Gauge

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Langkah Pembuatan Alat Uji

##### 1. Langkah Pembuatan Meja Kerja

Langkah awal yang penulis lakukan untuk pembuatan meja kerja adalah:

- Menentukan tempat atau ruangan yang akan di gunakan untuk tempat meja kerja, ruangan yang penulis pakai adalah ruangan bengkel teknik mesin Universitas Pasir Pengaraian.
- Setelah ruangan kita dapatkan langkah selanjutnya adalah menentukan ukuran meja kerja yang akan di buat, adapun ukuran meja kerja yang akan dibuat adalah :

Panjang meja = 1,2 m

Lebar meja = 1 m

Tinggi meja = 1 m

##### c) Langkah-langkah pekerjaan :

- Memotong besi L yang telah disediakan dengan ukuran 1,2 m sebanyak 3 buah.
- Memotong besi L dengan ukuran 1 m sebanyak 8 buah.
- Memotong besi L untuk penahan pipa ukuran 1 m 1 buah, dan ukuran 0,30 cm 2 buah.
- Memotong besi L untuk penahan samping dan tempat kedudukan saklar listrik ukuran 1,2 m 1 buah, dan ukuran 0,45 m 2 buah.
- Kemudian setelah semua besi terpotong, pekerjaan selanjutnya adalah melakukan pengelasan antara besi yang satu dengan yang lainnya.
- Setelah kerangka meja kerja terangkai pekerjaan selanjutnya adalah memotong triplek dengan ukuran 1 m x 1,2 m 1 buah dan ukuran 1,2 m x 0,45 m 1 buah.

Selanjutnya triplek tersebut penulis letakkan di atas

- kerangka meja kerja yang telah ada lalu penulis lakukan pengeboran untuk tempat penguncian baut.
- Setelah semua baut dapat terpasang maka selesailah pekerjaan awal pembuatan meja kerja ini.

#### 2. Langkah Pembuatan Rangkaian Sistem Perpipaan

- Memotong pipa yang telah di sediakan disesuaikan dengan panjang rangkaian.
- Melakukan pengeleman terhadap masing-masing pipa di lanjutkan dengan sambungan sambungan baik elbow, sambungan T, katup katup, pressure gauge, flow meter, katup dan rangkaian lain yang di butuhkan pada rangkaian perpipaan ini.
- Memasang pompa sesuai dengan posisi yang telah di buat sebelumnya agar antara posisi pompa dengan rangkaian pipa dapat sejajar sehingga pompa sehingga memudahkan kita pada saat pengujian.
- Meletakkan bak penampung air pada tempatnya sekaligus mengisinya dengan air sesuai dengan ukurannya. [10]

#### 3.2 Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Perpipaan.

Data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan tekanan pada sistem perpipaan yaitu :

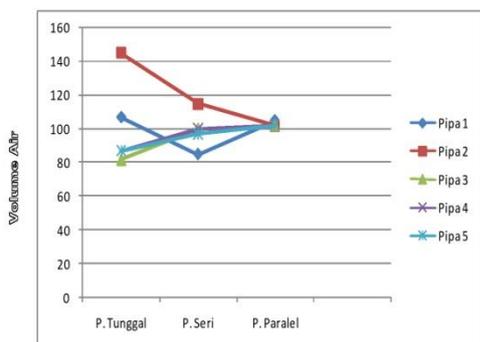
1. Lama pengujian yang dilakukan tiap pipa ( $\Delta t$ )

2. Volume fluida yang dapat dialirkan pompa melalui pipa selama t detik
3. Tekanan pengukuran presure gauge. [11]

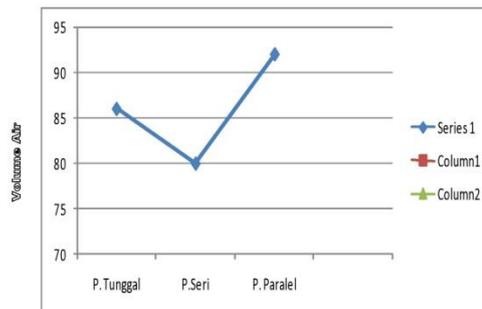
**Tabel 3.1** Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Perpipaan dengan buka katup penuh

No	Spesifikasi	Δt (s)	Volume (Liter)	Tekanan Pengukuran		
				Pressur I	Pressur II	Pressur III
<b>POMPA TUNGGAL</b>						
1	Pipa I	300	107	0,20 Mpa	-	0,10 Mpa
2	Pipa II	300	145	0,25 Mpa	-	0,20 Mpa
3	Pipa III	300	82	0,27 Mpa	-	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	87	0,25 Mpa	-	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	87	0,27 Mpa	-	0,20 Mpa
6	Buka keseluruhan	300	87	0,17 Mpa	-	0,07 Mpa
<b>POMPA SERI</b>						
1	Pipa I	300	85	0,38 Mpa	-	0,23 Mpa
2	Pipa II	300	115	0,39 Mpa	-	0,25 Mpa
3	Pipa III	300	100	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	100	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	97	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
6	Buka keseluruhan	300	80	0,35 Mpa	-	0,20 Mpa
<b>POMPA PARALEL</b>						
1	Pipa I	300	105	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
2	Pipa II	300	102	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
3	Pipa III	300	102	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	102	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	92	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
6	Buka keseluruhan	300				

Tabel 3.1 menjelaskan data dari hasil pengujian rangkaian sistem perpipaan yang menggunakan pompa tunggal, seri dan paralel yang terdiri dari waktu(Δt), volume(V), dan tekanan pengukuran (P<sub>g</sub>).



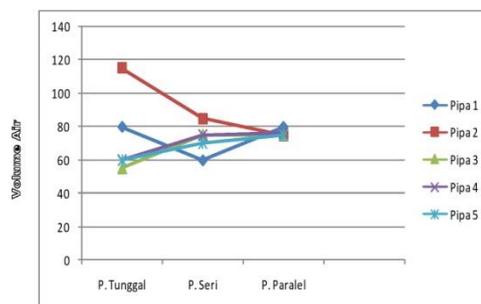
**Grafik 3.1** Pengujian rangkaian sistem perpipaan dengan bukaan katup masing masing jalur



**Grafik 3.2** Pengujian rangkaian sistem perpipaan dengan bukaan katup keseluruhan

**Tabel 3.2** Hasil Pengujian Perpipaan Dengan Buka Katup 1/2

No	Spesifikasi	Δt (s)	Volume (Liter)	Tekanan Pengukuran		
				Pressur I	Pressur II	Pressur III
<b>POMPA TUNGGAL</b>						
1	Pipa I	300	80	0,2 Mpa	-	0,10 Mpa
2	Pipa II	300	115	0,25 Mpa	-	0,20 Mpa
3	Pipa III	300	55	0,27 Mpa	-	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	60	0,25 Mpa	-	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	60	0,27 Mpa	-	0,20 Mpa
<b>POMPA SERI</b>						
1	Pipa I	300	60	0,38 Mpa	-	0,23 Mpa
2	Pipa II	300	85	0,39 Mpa	-	0,25 Mpa
3	Pipa III	300	75	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	75	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	70	0,40 Mpa	-	0,20 Mpa
<b>POMPA PARALEL</b>						
1	Pipa I	300	80	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
2	Pipa II	300	75	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
3	Pipa III	300	75	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
4	Pipa IV	300	75	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa
5	Pipa V	300	75	0,40 Mpa	0,38 Mpa	0,20 Mpa



**Grafik 3.3** Pengujian rangkaian sistem perpipaan dengan bukaan katup masing masing jalur

Karena nilai kerugian pada heat sudah di ketahui melalui perhitungan perencanaan, maka dipengujian ini heat tidak kita cari lagi

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan pengujian alat uji sistem perpipaan untuk uji pompa skala laboratorium, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pada saat pembuatan alat uji hal yang terpenting untuk di perhatikan adalah ketika kita melakukan penyambungan antara pipa dengan sambungan baik elbow, sambungan T, katup dll. Sebab beda sedikit saja kita dalam menekan sambungan ini maka akan berpengaruh terhadap panjang dari masing-masing rangkaian. Untuk itu perhatikan hal ini sedemikian rupa sehingga hasilnya bisa maksimal.
2. Dari data yang di peroleh pada saat pengujian alat uji dapat di simpulkan bahwa tekanan yang besar pada pressure gauge terletak pada jalur 3 namun volume air yang banyak di peroleh pada jalur 1 dan 2 sedangkan jalur 4 dan 5 nilainya hampir sama.
3. Untuk pengujian pompa seri, pompa tunggal dan pompa paralel nyatalah bahwa volume air akan lebih banyak di peroleh pada rangkaian yang menggunakan pompa tunggal, sebab yang menggunakan pompa paralel terjadi Water hammer (pertemuan air di suatu sudut yang berbeda arah) sehingga volume air yang di hasilkan lebih sedikit.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penulisan jurnal ini diantaranya Dr. Purwo Subekti, MT., IPM, Legisnal Hakim, MT dan Teknisi Laboratorium Firmansyah, ST.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Modul Praktikum Fenomena dan Prestasi Mesin Teknik Mesin UIR, Pekanbaru , 2007.
- [2] Raswari, ”*Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*”, UI Press, 1986.
- [3] Robert J. Kadoatie, Hidrolika Terapan ”*Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*”, Andi Yogyakarta, 2002.
- [4] Frank M. White, “*Mekanika Fluida*”, Erlangga, 1988.
- [5] Victor L. Streeter,” *Mekanika Fluida*”, PT. Gelora Aksara Pratama.

- [6] Industrial Training Service, “*Teori Kerja Pipa*”, ITB Press.
- [7] J.P Holman,”*Perpindahan Panas*”, Erlangga, 1994.
- [8] Sularso,”*Pompa dan Kompresor*”, Erlangga, 2000.
- [9] R.H. Dugdale,”*Mekanika Fluida*”, Erlangga, 1986.
- [10] Thomas Krist,”*Hidrolika*”, Erlangga, 1991.
- [11] R.H. Dugdale,”*Mekanika Fluida*”, Erlangga, 1986.
- [12] Thomas Krist,”*Hidrolika*”, Erlangga, 1991.
- [13] Aprizal “ *Rancang Alat Sistem Pemipaan Dengan Cara Teoritis Untuk Uji Pompa Skala Laboratorium* “ APTEK Vol. 9 No. 2 2017.