

**ARTIKEL PENELITIAN**

**PENGARUH BELOKAN PADA MODEL INSTALASI  
PEMIPAAN TERHADAP PENURUNAN TEKANAN  
(*PRESSURE DROP*)**



**DIKI SAFAAT  
NIM 5315077613**

**Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TENIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2014**

## ABSTRAK

**Diki Safaat (5315077613)**, “Pengaruh Belokan Pada Model Instalasi Pemipaan Terhadap Penurunan Tekanan.(2014)

Skripsi. Jakarta: Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penyaluran air maka diperlukan instalasi pemipaan. Instalasi dirangkai dari beberapa komponen antara lain jenis pipa, bentuk pipa, sambungan pipa, katup, dan lain lain. Pada dasarnya aliran fluida yang melewati pipa akan mengalami penurunan tekanan fluida itu sendiri. Gejala ini disebabkan beberapa hal antara lain, adanya kerugian gesek pada saluran pipa, hambatan fluida saat melewati sambungan pipa, lengkungan, katup, *difuser*, dan lain-lain. Dampak penurunan tekanan dapat kita ambil contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada tempat wudhu di masjid-masjid besar. Pada masjid besar tentunya sudah direncanakan sedemikian rupa untuk mengatasi antrian jumlah jamaah untuk keperluan berwudhu dengan memperbanyak jumlah kran. Masalah yang sering timbul jika memperbanyak jumlah kran terjadinya penurunan tekanan (*pressure drop*). Penurunan tekanan menyebabkan *output* air pada tiap-tiap kran berbeda. Kran yang semakin jauh dari sumber penyediaan air semakin kecil keluaran volume air yang dihasilkan.

Metode penelitian yang dipakai dalam perencanaan dan pengujian tekanan (*pressure drop*) pada instalasi pengujian pompa sentrifugal adalah metode penelitian eksperimen. Dalam penelitian eksperimen ada perlakuan (*treatment*), sedangkan dalam penelitian naturalistik tidak ada perlakuan. Dengan demikian metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Dalam bidang fisika, penelitian-penelitian dapat menggunakan desain eksperimen, karena variabel-variabel dapat dipilih dan variabel-variabel lain dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara ketat.

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh data-data sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan berbanding lurus dengan jumlah hambatan yang disebabkan oleh belokan belokan. Penurunan tekanan juga mempengaruhi debit air. Penurunan tekanan berbanding terbalik dengan debit air. Semakin tinggi nilai penurunan tekanan maka semakin kecil debit air yang dihasilkan. Adapun hubungan antara penurunan tekanan dengan kecepatan aliran adalah berbanding terbalik. Semakin tingginya  $P$  maka nilai kecepatan aliran semakin rendah. Penyebab rendahnya kecepatan aliran karena fluida mengalami hambatan pada setiap belokan. Fluida yang melewati belokan akan menghasilkan aliran turbulen.

Kata kunci : *Pressure Drop* dan instalasi pemipaan.

## ABSTRAK

**Diki Safaat (5315077613),** “Effect of Model Turns In To Decrease Pressure Piping Installation.” (2014)

Thesis. Jakarta: Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta.

Diki Safaat, Planning and Testing Decrease Pressure (Pressure Drop) In Centrifugal Pump Installation Testing. London: Department of Mechanical Engineering, State University of Jakarta, June 2014. Installation of piping is needed in the distribution of clean water for industry and households. Is a means of water distribution pipes are cheap and affordable. An assortment of materials eg steel pipe, pvc, brass, and others. Of course, in choosing the type of pipe material tailored to the needs to pursue efficiency factor.

In the process it is necessary to install water distribution piping. Installation assembled from several components, among others, the type of pipe, pipe shape, pipe joints, valves, and others. Basically the flow of fluid through a pipe will decrease the fluid pressure itself. This phenomenon is caused by several things, among others, the frictional losses in the pipeline, fluid resistance as it passes through the pipe joints, bends, valves, diffuser, and others.

The impact pressure can take the example in everyday life is the place of ablution in large mosques. In a large mosque must have been planned in such a way to cope with the number of pilgrims queue to perform ablution purposes by increasing the number of taps. Problems often arise when expanding the number of taps a decrease in pressure (pressure drop). The decrease in pressure causes the output water at each faucet is different. Faucets are farther away from the source of water supply is getting smaller output volume of produced water.

With the onset of the problems described above it is necessary to do the planning and testing of pressure drop in the piping installation. It is expected that the pressure drop through the test we can properly conduct the selection specifications and characteristics appropriate pump piping installations that have been previously direncanakan. So through this proposal will be discussed and the calculation of test equipment planning regarding the factors that contributed to the decrease in pressure on a small scale piping installation.

Keywords: Pressure Drop, pipping installation.

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul: **Pengaruh Belokan Pada Model Instalasi Pemipaan Terhadap Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*)**  
Nama : Diki Safaat  
No. Registrasi : 5315077613  
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

### DOSEN PEMBIMBING

<b>Nama/Jabatan</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Dosen Pembimbing I <b>H. Wardoyo, S.T., M.T.</b> NIP. 197908182008011008	(.....)	(.....)
Dosen Pembimbing II <b>Drs. Enday Hidayat, S.T., M.Pd.</b> NIP. 196603121991021001	(.....)	(.....)

### DOSEN PENGUJI

Ketua Sidang <b>Drs. Syaripuddin, M. Pd.</b> NIP. 196703211999031001	(.....)	(.....)
Sekretaris Sidang <b>Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M. T.</b> NIP. 197604222006041001	(.....)	(.....)
Dosen Ahli <b>Ir. Nugroho Gama Yoga, M. T.</b> NIP. 197602052006041001	(.....)	(.....)

### **Mengetahui**

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta

**Dr. Eng. Agung Premono, S. T., M. T.**  
NIP. 197705012001121002

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Diki Safaat

No.Registrasi : 5315077613

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Negeri Jakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulisan skripsi yang saya buat ini adalah benar hasil karya saya dan bukan salinan dari karya orang lain, kecuali beberapa kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Jakarta, Juli 2014

Diki Safaat

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan yang penulis kehendaki. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua karena restunya penulis dapat menyelesaikan penulisan ini. Tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Agung Premono, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin FT UNJ.
2. Ahmad Kholil, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin FT UNJ.
3. H. Wardoyo, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing Akademik.
4. Drs. Enday Hidayat, S.T., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Arif Dia Pranoto rekan seperjuangan dan seluruh teman maupun adik kelas Jurusan Teknik Mesin UNJ yang telah membantu dalam penulisan ini.
6. Adinda Gustini Aryanti, yang telah memberikan dukungan moril selama proses penulisan ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun selalu terbuka guna perbaikan pada penulisan yang akan datang.

Jakarta, Juni 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	2
C. Pembatasan Masalah .....	2
D. Perumusan Masalah .....	3
E. Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b>	
A. Fluida .....	4
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	5
C. Tinggi-Tekan Pompa .....	7
D. Pemipaan .....	10
E. Katup.....	12
F. Tekanan .....	13
G. Major Loses .....	15
H. Minor Losses .....	16

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Metode Penelitian.....	17
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
C. Metode Pengambilan Data .....	19
D. Prosedur Penelitian.....	19
1. <i>Flow Chart</i> .....	20
2. Proses Pembuatan Alat Uji .....	21
E. Analisis Data .....	33
F. Hipotesis .....	39

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Pengujian.....	40
1. Pengujian Penurunan Tekanan .....	36
2. Pengujian Debit dan Kecepatan Fluida.. .....	42
B. Pembahasan .....	45
1. Perhitungan Penurunan Tekanan .....	45
2. Perhitungan Kecepatan Aliran.....	45
3. Hubungan Penurunan Tekanan dengan Kecepatan Aliran .....	50
4. Perbandingan Hasil P Eksperimen dengan P Analisis	51

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan.....	66
B. Saran .....	67

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Alat ukur tekanan jenis tabung bourdon .....	13
Gambar 2.2 Alat ukur tekanan jenis tabung manometer pipa U.....	14
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian .....	20
Gambar 3.2 Desain Perencanaan Alat Uji .....	21
Gambar 3.3 Membuat rangka dasar alat uji .....	22
Gambar 3.4 Menggerinda hasil pengelasan .....	22
Gambar 3.5 Mendempul bagian yang telah dilas .....	23
Gambar 3.6 Mengamplas bagian yang telah dilas .....	23
Gambar 3.7 Pemberian warna dasar rangka alat uji.....	24
Gambar 3.8 Mengecat <i>finishing</i> rangka alat uji .....	24
Gambar 3.9 Memotong triplek guna <i>background</i> alat uji .....	25
Gambar 3.10 Mengecat <i>background</i> alat uji.....	25
Gambar 3.11 Memberikan lem pada sambungan T .....	26
Gambar 3.12 Memberikan lem pada <i>elbow</i> 90 <sup>0</sup> .....	26
Gambar 3.13 Menyambung <i>elbow</i> 90 <sup>0</sup> dengan sambungan T .....	27
Gambar 3.14 Memasang beberapa komponen instalasi .....	27
Gambar 3.15 Mengebor ukuran diameter 3 mm .....	24
Gambar 3.16 Memotong kepala baut .....	28
Gambar 3.17 Hasil baut yang telah dipotong.....	29
Gambar 3.18 Melubangi bagian pipa dengan ukuran 5 mm.....	29
Gambar 3.19 Mengemal ulir dengan menggunakan baut .....	30
Gambar 3.20 Memasang baut sebagai penghubung selang ukur .....	30
Gambar 3.21 Baut yang telah terpasang dengan baik dan benar .....	31
Gambar 3.22 Memberikan Seal Tape untuk mencegah kebocoran udara.....	31
Gambar 3.23 Pemasangan <i>insulock</i> pada selang ukur .....	32

Gambar 3.24 Pengisian fluida berwarna pada selang ukur .....	32
Gambar 3.25 Pembukaan katup 100% .....	33
Gambar 3.26 Pembukaan katup 75% .....	34
Gambar 3.27 Pembukaan katup 50% .....	35
Gambar 3.28 Pembukaan katup 25% .....	35
Gambar 3.29 Persiapan pengujian debit air .....	38
Gambar 3.30 Pengisian gelas ukur guna mengukur volume air .....	38
Gambar 3.31 Contoh volume air pada gelas ukur .....	39
Gambar 4.1 Grafik Pengambilan Data Pertama pada Pompa I .....	40
Gambar 4.2 Grafik Pengambilan Data Pertama pada Pompa I .....	41
Gambar 4.3 Grafik Pengambilan Data Pertama pada Pompa II .....	41
Gambar 4.4 Grafik Pengambilan Data Pertama pada Pompa II .....	42
Gambar 4.5 Grafik Pengambilan Data Kedua pada Pompa I .....	42
Gambar 4.6 Grafik Pengambilan Data Kedua pada Pompa I .....	43
Gambar 4.7 Grafik Pengambilan Data Kedua pada Pompa II .....	43
Gambar 4.8 Grafik Pengambilan Data Kedua pada Pompa II .....	44
Gambar 4.9 Grafik Pengambilan Data Ketiga pada Pompa I .....	44
Gambar 4.10 Grafik Pengambilan Data Ketiga pada Pompa I .....	45
Gambar 4.11 Grafik Pengambilan Data Ketiga pada Pompa II .....	45
Gambar 4.12 Grafik Pengambilan Data Ketiga pada Pompa II .....	46
Gambar 4.13 Grafik Debit Rata-Rata Pompa I .....	47
Gambar 4.14 Grafik Debit Rata-Rata Pompa I .....	47
Gambar 4.15 Grafik Debit Rata-Rata Pompa II .....	48
Gambar 4.16 Grafik Debit Rata-Rata Pompa II .....	48
Gambar 4.17 Penurunan Tekanan Pompa I Semua Saluran Terbuka .....	51
Gambar 4.18 Penurunan Tekanan Pompa I Satu Saluran Terbuka .....	52
Gambar 4.19 Penurunan Tekanan Pompa II Semua Saluran Terbuka .....	52

Gambar 4.20	Penurunan Tekanan Pompa II Satu Saluran Terbuka .....	53
Gambar 4.21	Grafik Penurunan Tekanan Pompa I Satu Saluran Terbuka ..	54
Gambar 4.22	Grafik Kecepatan Aliran .....	54
Gambar 4.23	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	57
Gambar 4.24	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	58
Gambar 4.25	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	58
Gambar 4.26	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	59
Gambar 4.27	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	59
Gambar 4.28	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	60
Gambar 4.29	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	60
Gambar 4.30	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa I	61
Gambar 4.31	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	61
Gambar 4.32	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	62
Gambar 4.33	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	62
Gambar 4.34	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	63
Gambar 4.35	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	63
Gambar 4.36	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	64
Gambar 4.37	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	64
Gambar 4.38	Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pompa II	65

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Alat dan Bahan .....	13
Tabel 4.1 Perhitungan Penurunan Tekanan .....	36
Tabel 4.2 Perhitungan Penurunan Tekanan .....	36

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Instalasi perpipaan sangat dibutuhkan dalam pendistribusian air bersih untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Pipa merupakan sarana pendistribusian air yang murah dan terjangkau. Berbagai macam material pipa contohnya baja, pvc, kuningan, dan lain-lain. Tentunya dalam pemilihan jenis material pipa disesuaikan dengan kebutuhannya untuk mengejar faktor efisiensi.

Dalam proses penyaluran air maka diperlukan instalasi perpipaan. Instalasi dirangkai dari beberapa komponen antara lain jenis pipa, bentuk pipa, sambungan pipa, katup, dan lain-lain. Pada dasarnya aliran fluida yang melewati pipa akan mengalami penurunan tekanan fluida itu sendiri. Gejala ini disebabkan beberapa hal antara lain, adanya kerugian gesek pada saluran pipa, hambatan fluida saat melewati sambungan pipa, lengkungan, katup, *difuser*, dan lain-lain.

Dampak penurunan tekanan dapat kita ambil contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada tempat wudhu di masjid-masjid besar. Pada masjid besar tentunya sudah direncanakan sedemikian rupa untuk mengatasi antrian jumlah jamaah untuk keperluan berwudhu dengan memperbanyak jumlah kran. Masalah yang sering timbul jika memperbanyak jumlah kran terjadinya penurunan tekanan (*pressure drop*). Penurunan tekanan menyebabkan *output*

air pada tiap-tiap kran berbeda. Kran yang semakin jauh dari sumber penyediaan air semakin kecil keluaran volume air yang dihasilkan.

Dengan timbulnya masalah yang telah dijabarkan di atas maka perlu dilakukannya perencanaan dan pengujian penurunan tekanan pada instalasi perpipaan. Diharapkan melalui pengujian penurunan tekanan kita dapat secara tepat melakukan pemilihan spesifikasi dan karakteristik pompa yang sesuai instalasi perpipaan yang telah direncanakan sebelumnya. Maka melalui proposal ini akan dibahas perhitungan dan perencanaan alat uji mengenai faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya penurunan tekanan pada suatu instalasi perpipaan berskala kecil.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan diatas, permasalahan yang timbul antara lain:

1. Terjadinya penurunan tekanan dalam suatu instalasi yang menyebabkan perbedaan *output* air.
2. Pendistribusian air yang kurang merata.
3. Efektivitas perencanaan instalasi.

## **C. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih fokus dan pembahasannya tidak semakin meluas mengingat keterbatasan penulis mengenai waktu, tenaga, dan biaya, maka diperlukan ruang lingkup yang akan diamati. Masalah pokok yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah perencanaan alat pengujian penurunan tekanan pada instalasi alat pengujian pompa sentrifugal.

#### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah diatas, maka dirumuskan suatu masalah “Bagaimana merancang sistem pengujian penurunan tekanan dalam suatu instalasi perpipaan”

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan apa yang telah dijabarkan ada bagian-bagian sebelumnya maka tujuan penelitian ini antara lain :

1. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi bagi penulis.
2. Penurunan tekanan dapat dilihat secara visual.
3. Menyediakan alat pengujian penurunan tekanan fluida dalam instalasi perpipaan.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Fluida

Fluida adalah suatu zat atau bahan yang dalam keadaan setimbang tidak dapat menahan gaya atau tegangan geser (*shear force*). Suatu sifat dasar fluida nyata, yaitu tahanan terhadap aliran yang diukur sebagai tegangan geser yang terjadi pada bidang geser yang dikenai tegangan tersebut adalah viskositas atau kekentalan/kerapatan zat fluida tersebut. Fluida dapat pula dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Fluida Gas.
2. Fluida Cair.

Untuk fluida gas sifat aliran dianggap laminair, sedangkan untuk fluida cair dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Aliran laminair.
2. Aliran turbulen.

Penentuan aliran fluida cair laminair dan turbulen ditentukan oleh Reynold number (angka Reynold). Teori Reynold merumuskan bahwa untuk,

1.  $Re < 2000$ , aliran adalah laminair.
2.  $Re \approx 2000$ , aliran adalah turbulen.
3.  $2000 < Re < 2300$ , aliran adalah tranlasi.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Raswari, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*, (Jakarta : Universitas Indonesia, 1986) hal 401



Aliran laminar adalah aliran dimana fluida dianggap mengalir pada lapisan masing-masing dengan kecepatan konstan. Suatu aliran yang tetap dan tidak ada pencampuran partikel-partikel antara lapisan. Terjadi karena kecepatan aliran rendah, fluida cukup kental, aliran pada lorong sempit dan  $Re < 2000$ . Aliran turbulen adalah aliran dengan kecepatan tinggi, fluida encer, aliran lorong besar,  $Re > 2300$ , aliran bercampur dari lapisan ke lapisan bahkan seperti bergulung-gulung.

Aliran laminar bila gaya kekentalan relatif besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap perilaku aliran. Dalam aliran laminar, butir-butir air seolah bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur atau lurus, dan selapis cairan yang sangat tipis seperti menggelincir di atas lapisan sebelumnya. Aliran turbulen bila gaya kekentalan relatif lemah dibandingkan dengan gaya kelembamannya. Pada aliran turbulen, butir-butir air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar maupun tidak tetap walaupun butir-butir tersebut tetap menunjukkan gerak maju dalam aliran secara keseluruhan.<sup>2</sup>

## **B. Pompa**

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang sifatnya hanya mengalir dari suatu tempat ke tempat yang bertekanan lebih rendah. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan fluida sehingga dapat mengalir atau berpindah.

---

<sup>2</sup> Ven The Chow, *Hidrolika Saluran Terbuka*, (Jakarta : Erlangga, 1995) hal 7

Fluida yang dipindahkan adalah fluida inkompresibel atau fluida yang tidak dapat dimampatkan. Dalam kondisi tertentu pompa dapat digunakan untuk memindahkan zat padat yang berbentuk bubuk atau tepung.

Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap (*suction*) elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida yang dihisap. Akibatnya fluida akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir ke dalam saluran tekan (*discharge*) melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi.

Pompa yang dipergunakan sebelumnya harus diketahui karakteristik pada kondisi kerja yang berbeda, dengan demikian dapat ditentukan batas-batas kondisi kerja dimana pompa tersebut bisa mencapai efisiensi maksimum. Hal ini perlu dilakukan karena pada kenyataannya sangat sulit memastikan performansi pompa pada kondisi kerja yang sebenarnya.<sup>3</sup>

Pompa sentrifugal mempunyai sebuah *impeler* (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeler* 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* ke luar melalui saluran diantara sudu-sudu.

---

<sup>3</sup> <http://emprints.undip.ac.id>. Diakses pada 15 Februari 2014

Disini *head* tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari *impeler* ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) di keliling impeler dan disalurkan ke luar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran dirubah menjadi tekanan *head*.

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 hisap dan flens keluar pompa disebut *head* total pompa. Dari uraian diatas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan *head* tekanan, *head* kecepatan, dan *head* potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.<sup>4</sup>

### C. Tinggi-Tekan Pompa

Selama perencanaan sistem pemompaan ada sejumlah elemen yang harus diperhatikan tanpa memandang kelas dan jenis pompa yang akan dipilih untuk instalasi tersebut. Elemen ini termasuk tinggi-tekan (*head*), kapasitas, sifat cairan yang dipompakan, pemipaan, penggerak, dan ekonomi. Jadi, secara umum pembahasan salah satu faktor ini sama-sama berlaku untuk pompa sentrifugal, rotari, atau torak. Dengan demikian, tinggi-tekan pompa biasanya tidak akan dirubah oleh kelas unit yang dipilih. Pemilihan ukuran pipa yang bijak, yang didasarkan pada beban yang dapat ditaksir atau beban

---

<sup>4</sup> Sularso, *Pompa & Kompresor*, (Jakarta : Pradnya Paramita, 1983) hal 4

yang masa mendatang yang dihitung, adalah contoh lain tentang bagaimana perencanaan pendesainan dapat dilaksanakan untuk mengimbangnya dalam efisiensi operasi.<sup>5</sup>

### 1. Tekanan

Ada tiga istilah tekanan yang muncul dari persoalan pemompaan diantaranya adalah tekanan absolut, barometer, dan pengukuran. Istilah keempat adalah vakum, dipakai untuk instalasi yang beroperasi di bawah tekanan atmosfer, akan tetapi istilah ini bukanlah istilah tekanan dalam pengertian yang sama dengan ketiga istilah yang pertama.

### 2. Tinggi-tekan

Kolom air atau cairan lain didalam pipa vertical akan mengerjakan tekanan (gaya persatuan luas) pada permukaan mendatar bagian bawah pipa. tekanan ini dapat dinyatakan dalam pound per inci persegi (psi) atau besar ft kolom cairan yang akan diberikan tekanan yang sama pada permukaan. tinggi kolom vertikal air dingin (32 sampai 80 F) yang tingginya kira-kira 2.31 ft. pengukuran tekanan yang dihubungkan pada bagian bawah kolom akan menunjukkan tekanan sebesar 1 psi.

$$\text{Tinggi-tekan cairan, } ft = \frac{2.31 (\text{tekanan, psi})}{\text{gravitasi spesifik cairan}} \quad (2.1)$$

### 2. Tinggi-tekan statis

Pada penggunaan pompa, tinggi kolom cairan yang bekerja pada sisi hisap atau sisi buang sering disebut tinggi-tekan statis (*static head*) pada sisi masuk dan sisi keluar dan dinyatakan dalam besaran ft cairan. Tinggi-

---

<sup>5</sup> Hicks Edwards, *Teknologi Pemakaian Pompa*, (Jakarta : Erlangga, 1996) hal 53

tekan statis merupakan perbedaan ketinggian dan dapat dihitung untuk berbagai kondisi di sekeliling instalasi.

### 3. Tekanan Uap

Setiap campuran pada temperatur diatas titik bekunya akan mengerjakan tekanan sebagai akibat terbentuknya uap pada permukaan bebasnya. Tekanan ini yang dikenal sebagai tekanan uap cairan, merupakan fungsi temperatur cairan. Semakin tinggi temperatur akan semakin tinggi tekanan uap. Tekanan uap merupakan faktor yang penting pada kondisi hisap pompa yang mengalirkan semua jenis cairan. Pada setiap jenis pemompaan tekanan pada setiap titik tidak boleh dikurangi menjadi di bawah tekanan uap pada temperatur cairan tersebut sebab cairan akan membentuk uap yang akan mengurangi aliran cairan sama sekali ke dalam pompa.

### 4. Tinggi-angkat Hisap Statis

Tinggi tekan hisap statis merupakan jarak vertikal, dalam feet, dari paras (level) suplai cairan ke garis sumbu pompa, pompa akan berada diatas paras suplai. Bagian pipa yang mendatar tidak dianggap sebagai bagian tinggi-tekan hisap statis, sejauh yang diperhatikan adalah tinggi-angkat.

### 5. Tinggi-tekan Hisap Statis

Apabila pompa berada dibawah permukaan suplai cairan, maka akan terdapat suatu tinggi tekan tekan hisap statis. Secara numeris, ini merupakan jarak vertikal, dalam satuan ft antara permukaan suplai cairan dan garis sumbu pompa.

#### 6. Tinggi-tekan Gesekan

Tinggi-tekan gesekan ini kita ukur dalam ft cairan yang dipompakan, hal tadi sejalan dengan tinggi-tekan yang kita perlukan untuk mengatasi tahanan pipa, katup, dan fitting dalam sistem pemipaan. Tinggi-tekan ada pada sisi hisap maupun pada sisi buang pipa, dan sifat cairan yang dipompakan.

#### 7. Kerugian Jalan Masuk

Jalan keluar cairan yang mengalir pipa, terjadi kerugian gesekan apabila cairan memasuki pipa dari sumber suplai bebas atau yang tebenam, atau keluar ke tempat yang serupa. Kerugian yang terjadi pada sisi masuk pipa disebut *kerugian jalan masuk (entrance loss)*, sedangkan kerugian yang terjadi pada sisi keluar pipa disebut *kerugian jalan keluar (exit loss)*. Untuk memperkecil kerugian jalan masuk, pipa hisap yang berbentuk mulut lonceng (*bellmouth*) sering dipakai. Pipa tirus yang panjang sesudah pipa keluar dapat dipakai untuk mengurangi kerugian jalan keluar.

#### 8. Tinggi-tekan Total

Tinggi-tekan total (total head) ini merupakan penjumlahan tinggi-angkat hisap dan tinggi-tekan buang. Apabila ada tinggi-tekan hisap, tinggi-tekan total pada pompa adalah perbedaan antara tinggi-tekan buang dan tinggi-tekan hisap.

### **D. Pemipaan**

Baik pipa hisap maupun pipa buang harus ditopang secara tersendiri sehingga tidak ada beban yang diteruskan atau dipindahkan ke rumah pompa.

Beban yang demikian dapat menyebabkan distorsi (perubahan bentuk) dan gesekan. Pipa-pipa hisap haruslah selurus dan sependek mungkin. Setiap belokan haruslah mempunyai radius yang sebesar mungkin. Untuk pompa-pompa yang beroperasi di atas permukaan fluida yang akan dipompakan (mempunyai ketinggian-hisap) katup-katup lain selain katup kaki (*foot valve*) tidak boleh dipasang. Umumnya, diameter dibuat sama atau dua kali ukuran flens pompa. Semua hal-hal ini yang disebutkan akan memperbesar tinggi-tekan hisap maksimum yang tersedia pada pompa. Bila digunakan pipa hisap dengan ukuran yang lebih besar dari ukuran flens pompa (*oversize*) suatu reduser eksentris dipasang antara pompa dan pipa hisap.<sup>6</sup>

Sangat penting untuk membuat pipa hisap kedap udara dan untuk mencegah terdapatnya bagian-bagian yang meninggi (*high spot*) dimana gas-gas yang keluar dari fluida atau udara yang keluar dari fluida dapat merusak vakum yang telah tercipta di dalam pipa tersebut. Sesudah sistem pemipaan telah dipasang dan pompa sedang dioperasikan semua sambungan harus diperiksa dengan nyala api, karena dengan nyala api ini akan tertarik ke arah sambungan yang tidak rapat ini (akibat kevakuman yang ada di dalam pipa). Metode yang sama dapat digunakan untuk menentukan kebocoran melalui kotak paking. Reduser eksentris dipakai untuk flens hisap adalah untuk mencegah terbentuknya tempat-tempat yang relatif lebih tinggi dan bagian-bagian di sekitarnya (*high spots*) tempat udara dapat berkumpul (kantong udara).

---

<sup>6</sup> Austin H Church, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, (Jakarta : Erlangga, 1993) hal 175

Ujung terbawah pipa hisap sedikitnya harus berada 3 sampai 6 ft di bawah permukaan fluida terendah yang akan dipompakan untuk mencegah terhisapnya udara ke dalam pipa hisap bersama-sama dengan udara. Untuk membuat pipa hisap yang lurus sepanjang mungkin yang bisa dibuat antara *elbow* dan flens hisap untuk menyamaratakan aliran air begitu air masuk ke dalam pompa. Pompa harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga diperoleh tinggi-tekan hisap yang sebesar mungkin dan mudah dijangkau untuk perbaikan.

#### **E. Katup (*Valve*)**

Salah satu komponen yang penting pada sistem perpipaan adalah katup. Di sini hanya akan dibicarakan mengenai katup yang umum dipergunakan pada suatu kilang.

Beberapa jenis katup

1. Katup pintu (*gate valve*), digunakan untuk pengaturan aliran baik membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan.
2. Katup bola (*globe valve*), digunakan untuk membuka seluruhnya atau menutup sama sekali alirannya.
3. Katup cek (*check valve*), digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan hanya untuk aliran satu arah.

Katup pintu dan katup bola dioperasikan dengan memutar sebuah roda. Ada tiga variasi pemutaran katup pintu yang bekerja cepat dan katup-katup tersebut mempunyai kegunaan khusus yaitu :



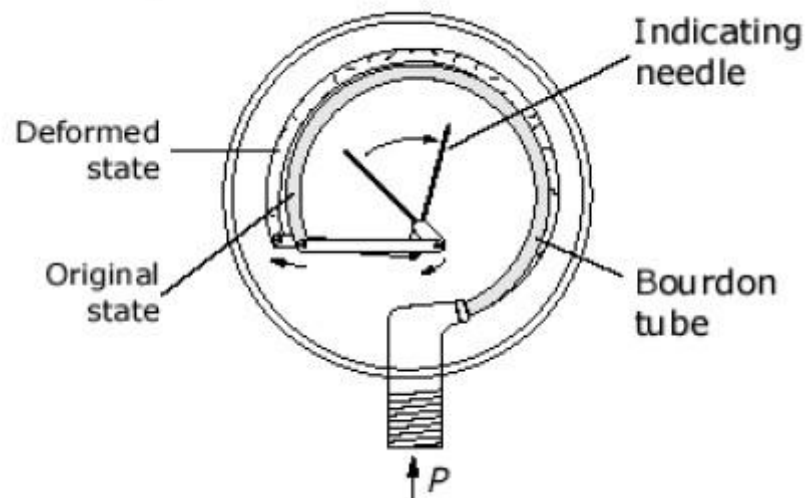
1. Katup kupu-kupu (*butterfly valve*), dengan katup tipis, ringan dipakai untuk air
2. *Ball valve*, dipakai untuk gas-gas.
3. *Plug valve*, dipakai untuk minyak dan pelumas kental.

Dari macam-macam katup tersebut di atas, masing-masing mempunyai beberapa variasi dalam bentuk dan kerjanya.<sup>7</sup>

#### F. Tekanan

Tekanan merupakan salah satu *property* yang terpenting dalam termodinamika, dan didefinisikan sebagai gaya pada satu satuan unit luasan.

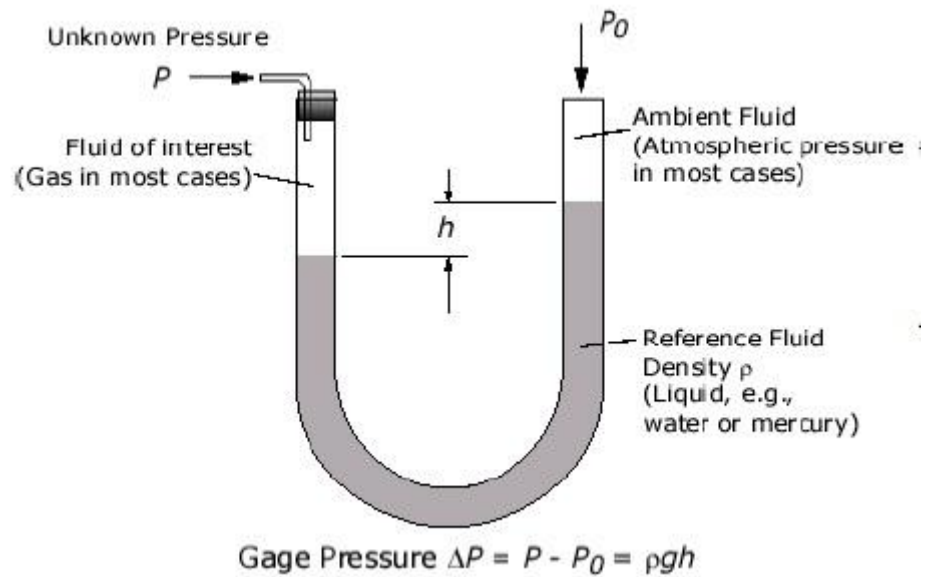
Satuan tekanan adalah Pa (Pascal) yang didefinisikan sebagai,  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ .<sup>8</sup>



Gambar 2.1 Alat ukur tekanan jenis tabung bourdon

<sup>7</sup> Raswari, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*, (Jakarta : Universitas Indonesia, 1986) hal 86

<sup>8</sup> Darwin, *Termodinamika*, (Jakarta : UNJ, 2008) hal 11



Gambar 2. 2 Alat ukur tekanan jenis manometer pipa U

➤ Mencari Penurunan Tekanan

Dengan mengamati Gambar 2. 2 kita dapat menghitung penurunan tekanan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = gh \quad (2.2)$$

Dimana :

- P = Selisih Tekanan (kPa)  
 = Berat Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )  
 g = Gravitasi Bumi ( $\text{m/s}^2$ )  
 h = Selisih Ketinggian ( $\text{cmH}_2\text{O}$ )

Apabila suatu aliran dialirkan pada jalur pipa pada suatu panjang tertentu, maka tekanannya akan berkurang atau mengalami penurunan tekanan. Hal ini disebabkan karena adanya gesekan pada pipa. Besar kecilnya gesekan gesekan yang diakibatkan pipa adalah tergantung koefisien

gesek pipa tersebut. Setiap jenis material mempunyai koefisien gesek masing-masing.<sup>9</sup>

### G. Major Losses

*Major losses* adalah kerugian pada aliran dalam pipa yang disebabkan oleh friction yang terjadi di sepanjang aliran fluida yang mengalir terhadap dinding pipa. Besarnya *major losses* ditentukan oleh fungsi  $f$  (*Friction factor*),  $V$  (rata-rata kecepatan fluida),  $L$  (panjang pipa),  $D$  (diameter pipa),  $e$  (nilai kekasaran pipa),  $\mu$  (viskositas fluida),  $\rho$  (densitas fluida).<sup>10</sup>

*Major losses* adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan. Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian *head*. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh fluida.

Kerugian *head* akibat dari gesekan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Darcy – Weisbach yaitu :

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2.3)$$

Dimana :

$h_f$  = head major (m)

$L$  = panjang pipa (m)

$D$  = diameter pipa (m)

---

<sup>9</sup> Raswari, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*, (Jakarta : Universitas Indonesia, 1986) hal 400

<sup>10</sup> <http://scibid.com/mobile/doc/95652732>. Diakses 16 Juli 2014.

$V$  = kecepatan (m/s)

$g$  = gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

$f$  = faktor gesek fluida).<sup>11</sup>

## H. *Minor Losses*

*Minor Losses* adalah kehilangan tekanan akibat gesekan yang terjadi pada katup-katup, sambungan T, sambungan belokan, dan pada luas penampang yang tidak konstan. Pada aliran yang melewati belokan dan katup head loss *minor* yang terjadi dapat dihitung dengan rumusan *Darcy-Weisbach* (White, 1998) yaitu :

$$h_m = k \frac{V^2}{2g} \quad (2.4)$$

Dimana :

$h_m$  = *head minor* (m)

$V$  = kecepatan (m/s)

$g$  = gravitasi bumi ( $m/s^2$ )

$k$  = koefisien kerugian pada fitting

Untuk kombinasi jalur pipa major losses dan minor losses dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total head loss (general)} \quad h_{L, total} &= h_{L, major} + h_{L, minor} \\ &= \sum_i f \frac{L}{D} \cdot \frac{LV^2}{D2g} + \sum_i K_L \frac{V^2}{2g} \quad (2.5) \end{aligned} \quad ^{12}$$

<sup>11</sup> <http://ejournal.ftunram.ac.id>. Diakses 16 Juli 2014.

<sup>12</sup> Cengel and Cimbala, *Fluids Mechanics*, (New York : The McGraw – Hill Companies, 2006) hal 267

### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

##### A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam perencanaan dan pengujian tekanan (*pressure drop*) pada instalasi pengujian pompa sentrifugal adalah metode penelitian eksperimen. Dalam penelitian eksperimen ada perlakuan (*treatment*), sedangkan dalam penelitian naturalistik tidak ada perlakuan. Dengan demikian metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Dalam bidang fisika, penelitian-penelitian dapat menggunakan desain eksperimen, karena variabel-variabel dapat dipilih dan variabel-variabel lain dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara ketat. <sup>1</sup>

##### B. Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Instrumen	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan
1	Pompa Sentrifugal I	<ul style="list-style-type: none"><li>• Model PS-128 BIT</li><li>• <math>n = 2900 \text{ min}^{-1}</math></li><li>• <math>U = 1 \times 220 \text{ V}</math></li><li>• <math>Q = 10-18 \text{ l/min}</math></li><li>• <math>I = 1,3 \text{ A}</math></li><li>• <math>H_s = \text{Maksimal } 9 \text{ meter}</math></li></ul>	1 unit	Mengalirkan fluida

---

<sup>1</sup> Sugiono, *Metode Penelitian Kualitatif, Kualitatif, dan R & D* ( Bandung : Alfabeta, 2006 ) hal 72

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipa Hisap dan Dorong = 25mm</li> </ul>		
2	P ompa Sentrifugal II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Model JET-108 BIT</li> <li>• <math>n = 2900 \text{ min}^{-1}</math></li> <li>• <math>U = 1 \times 220 \text{ V}</math></li> <li>• <math>Q = 7-50 \text{ l/min}</math></li> <li>• <math>I = 1,6 \text{ A}</math></li> <li>• <math>H_s = \text{Maksimal } 9 \text{ meter}</math></li> <li>• Pipa Hisap dan Dorong = 25mm</li> </ul>	1 unit	Mengalirkan Fluida
3	<i>Elbow</i> 45 <sup>0</sup>	Ukuran 1”	16 unit	Untuk sambungan belokan 45 <sup>0</sup>
4	<i>Elbow</i> 90 <sup>0</sup>	Ukuran 1 “	22 unit	Untuk sambungan belokan 90 <sup>0</sup>
5	Sambungan T	Ukuran 1 “	14 unit	Untuk percabangan aliran
6	<i>Ball Valve</i>	Ukuran 1 “	7 Unit	Untuk mengatur aliran fluida
7	Roda		4 Unit	Roda Kerangka
7	Besi Siku	Ketebalan 3 mm	23,50 m	Kerangka Alat Uji
8	Bak Air	100 cm x 30 cm x 30 cm	1 unit	Penampungan fluida
9	Triplek	150 cm x 100 cm	1 unit	Penampang Alat Uji
10	Selang Ukur	¼”	15 m	Tabung Pengukuran Tekanan
11	Baut & Mur	M8	8 unit	Penghubung Selang ukur
12	Lem <i>PVC</i>		1 kaleng	Perekat sambungan <i>PVC</i>
13	<i>Seal Tape</i>		8 unit	Pelapis sambungan

### **C. Metode Pengambilan Data**

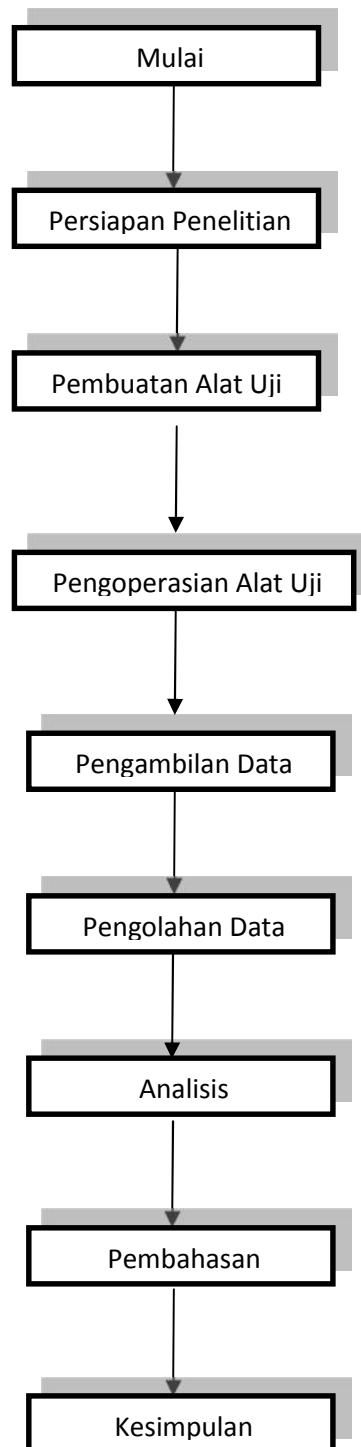
Pengambilan data dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi lapangan yaitu dengan mengambil data secara langsung di lapangan terhadap objek yang diamati. Penulis mencatat langsung data-data yang dibutuhkan.
2. Studi pustaka yaitu dengan membaca atau mengutip literatur-literatur yang relevan atau yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.
3. Kajian literatur terhadap teori-teori yang mendasari permasalahan yang diangkat serta penjelasan dari dosen.

### **D. Prosedur Penelitian**

#### **1. Diagram Alir Penelitian**

Diagram alir menggambarkan proses-proses penelitian sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah dari suatu proses ke proses lainnya. Diagram alir sering digunakan untuk mendokumentasikan standar proses yang telah ada sehingga menjadi pedoman dalam menjalankan proses penelitian. Pembuatan diagram alir dilakukan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian agar lebih teratur dan terarah. Diagram ini diharapkan dapat memberikan solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada dalam proses tersebut. Berikut adalah diagram alirnya :



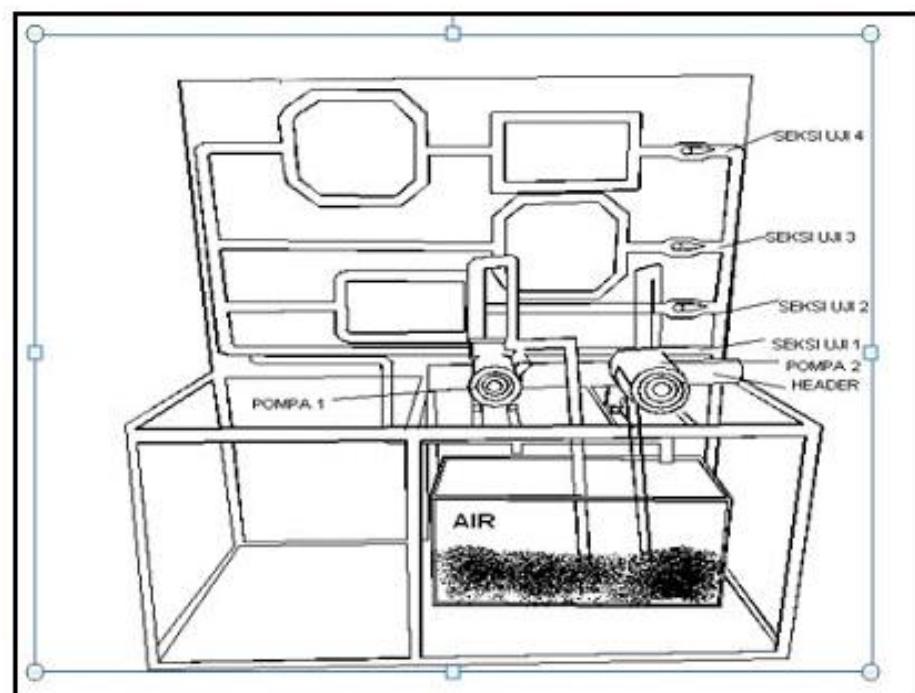
**Gambar 3. 3** *Flow Chart* Metode Penelitian.



## 2. Proses Pembuatan Alat Uji

Proses pembuatan alat uji sebagian dilakukan di luar dan di Lab Otomotif Jurusan Teknik Mesin. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Mendesain instalasi dengan cara menggambar alat dan bahan yang dibutuhkan.



Gambar 3. 1 Desain Perencanaan Alat Uji

- Membuat rangka dengan bahan dari besi siku yang dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan kemudian dilas. Ukuran kerangka alat uji yaitu 150 cm x 75 cm x 75 cm. Setelah itu dilanjutkan dengan pemasangan roda.



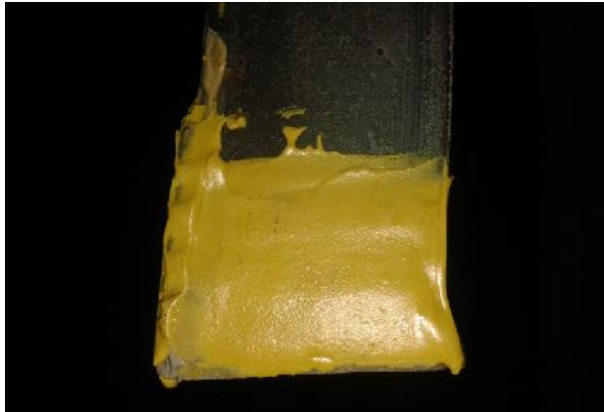
**Gambar 3.2 Membentuk rangka dasar alat uji.**

- Melakukan penggerindaan di setiap bagian yang telah dilas. Penggerindaan paling banyak dilakukan pada bagian sudut kerangka. Hal ini dilakukan agar bagian hasil pengelasan terlihat lebih rapi.



**3.3 Menggerinda hasil pengelasan.**

- Mendempul bagian sambungan yang telah digerinda.



**Gambar 3.4 Mendempul bagian yang telah dilas.**

- Mengamplas dengan tingkat kekasaran amplas sebesar 700 pada bagian yang telah didempul.



**Gambar 3.5 Mengamplas bagian yang telah dilas.**

- Mengecat kerangka alat uji dengan cat dasar.



Gambar 3.6 Pemberian warna dasar rangka alat uji.

- Mengecat dan melakukan *finishing* pada kerangka alat uji.



Gambar 3.7 Mengecat *finishing* rangka alat uji.

- Memotong triplek dengan ukuran 150 cm x 100 cm yang berfungsi sebagai background instalasi alat uji.



**Gambar 3.8 Memotong triplek guna *background* alat uji.**

- Mengecat background instalasi alat uji



**Gambar 3.9 Mengecat *background* alat uji.**



- Menyambung instalasi terutama elbow  $45^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$
- Melakukan pengeleman pada bagian-bagian yang akan disambung agar tidak mengalami kebocoran. Pengeleman dilakukan pada kedua pipa yang akan digabung menjadi satu bagian.



**Gambar 3.10** Memberikan lem pada sambungan T



**Gambar 3.11** Memberikan lem pada *elbow*  $90^{\circ}$

- Hasil dari bagian yang telah disambung dengan menggunakan lem.



**Gambar 3. 12 Menyambung *elbow 90<sup>0</sup>* dengan sambungan T**

- Memasang instalasi yang dirangkai dari beberapa alat dan bahan antara lain pipa pvc, *elbow*, *valve*, sambungan T, dan *pressure gauge*.



**Gambar 3. 13 Memasang beberapa komponen instalasi.**

- Memasang pompa pada kedudukannya yang kemudian disambungkan ke instalasi perpipaan.
- Operasikan kedua pompa dan pastikan bahwa tidak ada kebocoran di setiap sambungan.
- Membuat *nipple* dari baut berukuran 8M dengan panjang cm dengan cara mengebor berdiameter 3 mm.



**Gambar 3. 14 Mengebor ukuran diameter 3 mm.**

- Memotong kepala baut dengan menggunakan gergaji besi.





**Gambar 3.15 Memotong kepala baut.**

- Hasil baut yang telah dibor dan dipotong.



**Gambar 3.16 Hasil baut yang telah dipotong.**

- Melubangi bagian pipa yang akan dijadikan titik pengukuran dengan bor tangan.



Gambar 3.17 Melubangi bagian pipa dengan ukuran 5 mm.

- Membuat ulir pada lubang agar baut dapat dipasang dengan mudah dan sesuai.



Gambar 3.18 Mengemal ulir dengan menggunakan baut.

- Memasang baut pada bagian pipa dan pada ujung baut yang menempel dinding pipa diberikan *seal tape* PVC untuk mencegah kebocoran.



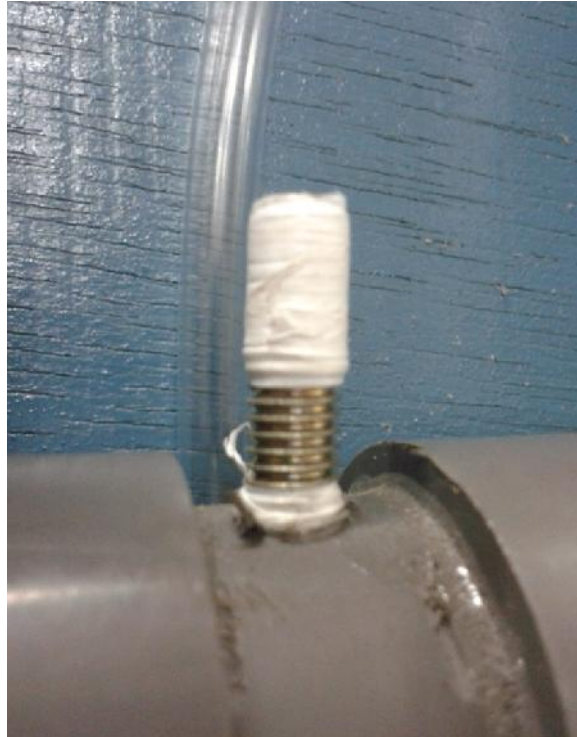
**Gambar 3.19 Memasang baut sebagai penyambung selang ukur**

- Hasil pemasangan baut pada 8 titik pengukuran. 8 titik pengukuran tersebut ada di keempat seksi uji. Pada setiap seksi uji di awal dan di akhir titik masing-masing seksi uji.



**Gambar 3.20 Baut yang telah terpasang dengan baik dan benar**

- Memberikan *seal tape* pada bagian baut yang akan dipasang selang ukur untuk mencegah kebocoran baik udara maupun fluida.



**Gambar 3.21 Memberikan Seal Tape untuk mencegah kebocoran udara.**

- Memasang selang ukur pada baut dan kencangkan dengan *insulock*.



**Gambar 3.22 Pemasangan insulock pada selang ukur.**

- Memasang penampang alat ukur dan mengisinya dengan air yang telah diberi pewarna.



**Gambar 3.23** Pengisian fluida berwarna pada selang ukur.

- Mengoperasikan alat uji dan pastikan semua bekerja dengan baik dan benar.

### **E. Analisis Data**

Pengambilan data dilakukan setelah alat uji dibuat. Setelah alat uji dapat dioperasikan dengan kondisi yang layak maka kita dapat melakukan pengamatan dalam rangka pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian. Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Pengujian Penurunan Tekanan.

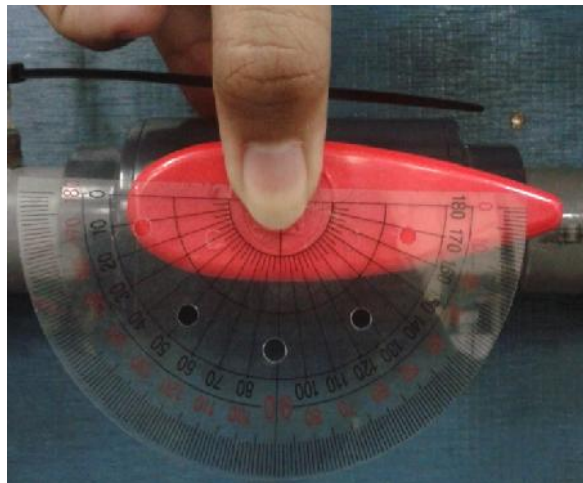
Pengambilan data untuk pengujian penurunan tekanan dilakukan sebanyak tiga kali. Setelah itu kemudian ketiga data yang telah diperoleh dibuat rata-ratanya.

➤ Pengujian Debit Air.

Pengambilan data untuk pengujian debit air juga dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Setelah itu ketiga data tersebut dibuat rata-ratanya.

Berikut adalah langkah-langkah pengujian penurunan tekanan :

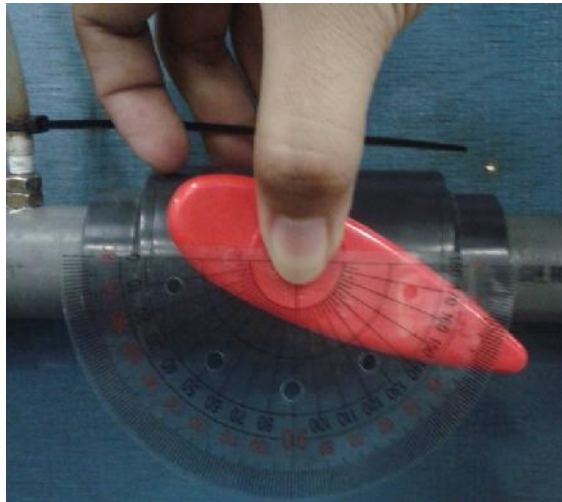
1. Mengoperasikan Pompa 1 dan 2 dan pastikan alat uji telah layak sesuai dengan fungsinya masing-masing dan sirkulasi air sesuai dengan yang telah direncanakan.
2. Mengoperasikan Pompa 1 dan menguji seksi uji 1 dengan cara menutup *valve* seksi uji 2,3 dan 4. Pembukaan *valve* sebesar 100% hingga pembukaan 25%.



**Gambar 3.24 Pembukaan Katup 100%**

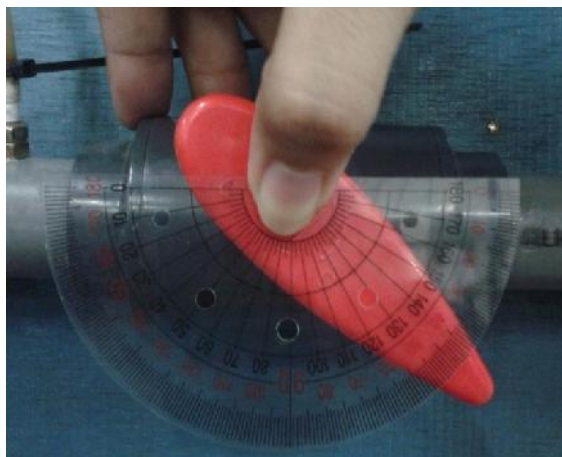
3. Mencatat hasil perbedaan tekanan yang ada pada tabung U (selang ukur).
4. Membuka *valve* sebesar 75%. Kemudian mencatat hasilnya perbedaan tekanannya pada tabung U.





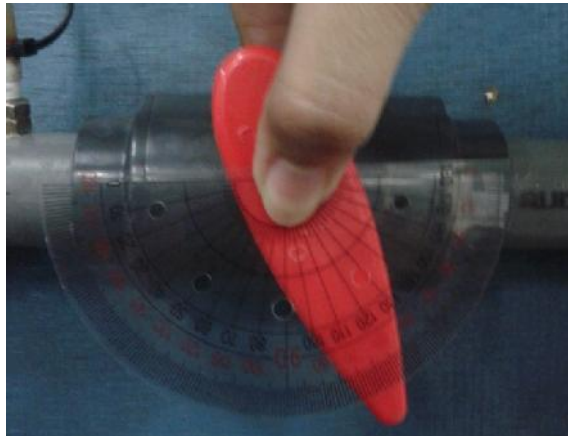
**Gambar 3.25 Pembukaan Katup 75%**

5. Membuka *valve* sebesar 50%. Kemudian mencatat hasilnya perbedaan tekanannya pada tabung U.



**Gambar 3.26 Pembukaan Katup 50%**

6. Membuka *valve* sebesar 25%. Kemudian mencatat hasilnya perbedaan tekanannya pada tabung U.



**Gambar 3.27 Pembukaan Katup 25%**

7. Setelah selesai satu saluran terbuka kemudian valve seksi uji 2,3, dan 4 dibuka. Pengujian masih dilakukan di seksi uji 1 dimulai dari pembukaan *valve* sebesar 25% sementara seksi uji 2,3, dan 4 dalam keadaan terbuka. Kemudian mencatat hasilnya.
8. Pengujian pembukaan *valve* 50% hingga 100% dengan cara yang sama seperti diatas.
9. Pengujian seksi uji 2 (*elbow*  $90^0$ ) juga dimulai dari pembukaan *valve* 100% hingga pembukaan terkecil yaitu 25% sementara valve 1,3,dan 4 dalam keadaan tertutup. Kemudian pengujian semua seksi uji (1,2,3, dan 4) dalam keadaan terbuka dan pada seksi uji 2 dimulai dari pembukaan *valve* 25% hingga terbesar yaitu pembukaan 100%.
10. Pengujian seksi uji 3 (*elbow*  $45^0$ ) juga dimulai dari pembukaan *valve* 100% hingga pembukaan terkecil yaitu 25% sementara valve 1,2,dan 4 dalam keadaan tertutup. Kemudian pengujian semua seksi uji (1,2,3, dan 4) dalam keadaan terbuka dan pada seksi uji 3 dimulai dari pembukaan *valve* 25% hingga terbesar yaitu pembukaan 100%.



11. Pengujian seksi uji 4 (kombinasi *elbow* 45<sup>0</sup> dan *elbow* 90<sup>0</sup>) juga dimulai dari pembukaan *valve* 100% hingga pembukaan terkecil yaitu 25% sementara *valve* 1,2,dan 3 dalam keadaan tertutup. Kemudian pengujian semua seksi uji (1,2,3, dan 4) dalam keadaan terbuka dan pada seksi uji 4 dimulai dari pembukaan *valve* 25% hingga terbesar yaitu pembukaan 100%.
12. Setelah selesai pengujian pompa I maka dilanjutkan pengujian pompa II, Pada pengujian pompa II prosesnya sama seperti pengujian pompa I.

Setelah selesai pengujian penurunan tekanan maka kemudian kita melanjutkan pengujian debit air. Pengujian debit air dilakukan sesuai dengan seksi uji penurunan tekanan. Pada proses pengambilan data sementara satuan debit air yang kita gunakan adalah liter/detik. Berikut adalah langkah - langkah pengujian debit air.

1. Sesuaikan kondisi seksi uji yang akan diambil besar debit airnya.
2. Biarkan terlebih dahulu selama 1 menit agar fluida mengalir dengan normal.
3. Siapkan gelas ukur dan stopwatch. Gelas ukur disiapkan di bak penampungan dekat saluran *output* fluida.



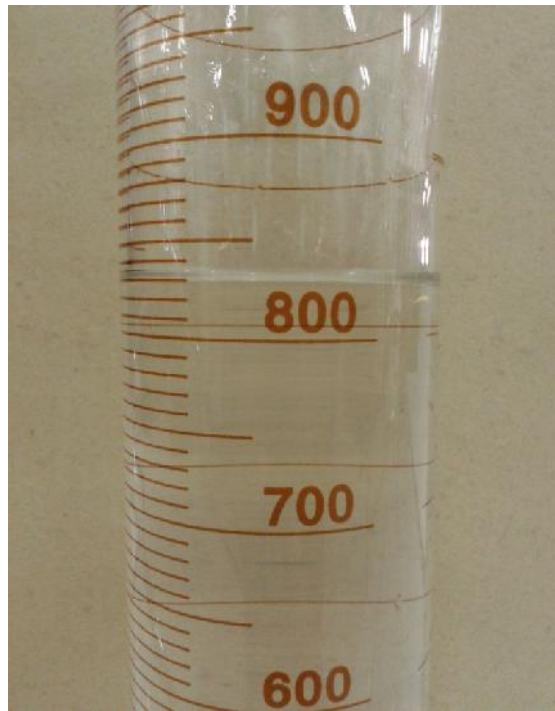
**Gambar 3.28** Persiapan pengujian debit air.

4. Isi gelas ukur dengan tangan kiri dan siapkan *stopwatch* di tangan kanan.  
Hal ini dilakukan secara bersamaan. Apabila air sudah mengisi gelas ukur < 1 liter maka *stopwatch* dihentikan.



**Gambar 3.29** Pengisian gelas ukur guna mengukur volume air

5. Contoh hasil pengujian debit air. Volume air sebesar 0,835 liter/1,15 detik.



Gambar 3.30 Contoh volume air yang dapat diukur dengan gelas ukur.

## F. Hipotesis

Pada dasarnya aliran fluida yang melewati pipa akan mengalami penurunan tekanan fluida itu sendiri. Gejala ini disebabkan beberapa hal antara lain, adanya kerugian gesek pada saluran pipa, hambatan fluida saat melewati sambungan pipa, belokan, katup, dan lain-lain. Semakin besar luas penampang pipa yang dialiri air maka semakin besar pula kerugian gesek yang dialami. Dapat diperkirakan penurunan tekanan terjadi paling besar pada jalur yang terdapat banyak hambatan oleh belokan-belokan. Semakin banyaknya belokan maka semakin menurunnya nilai debit air, kecepatan aliran, dan semakin besar penurunan tekanannya.

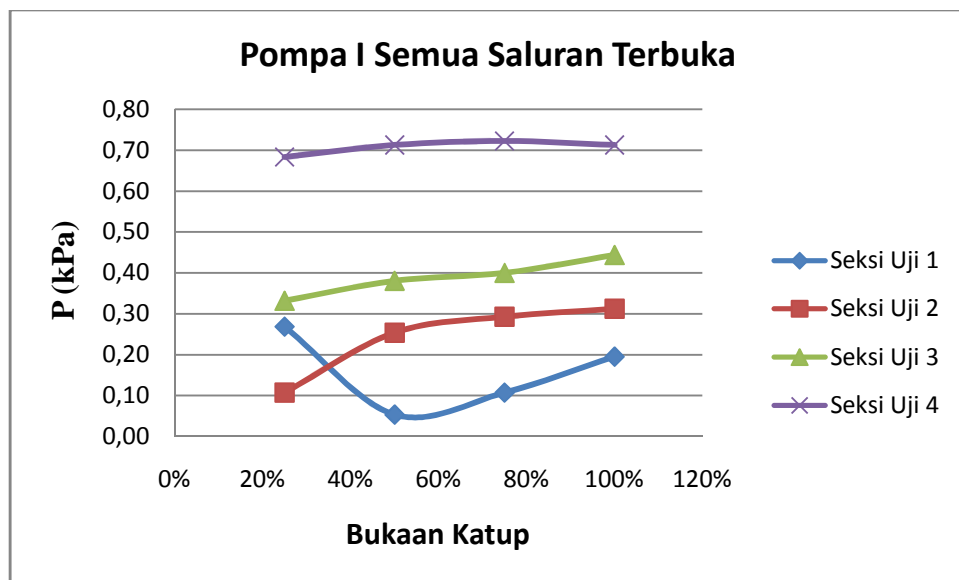
## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

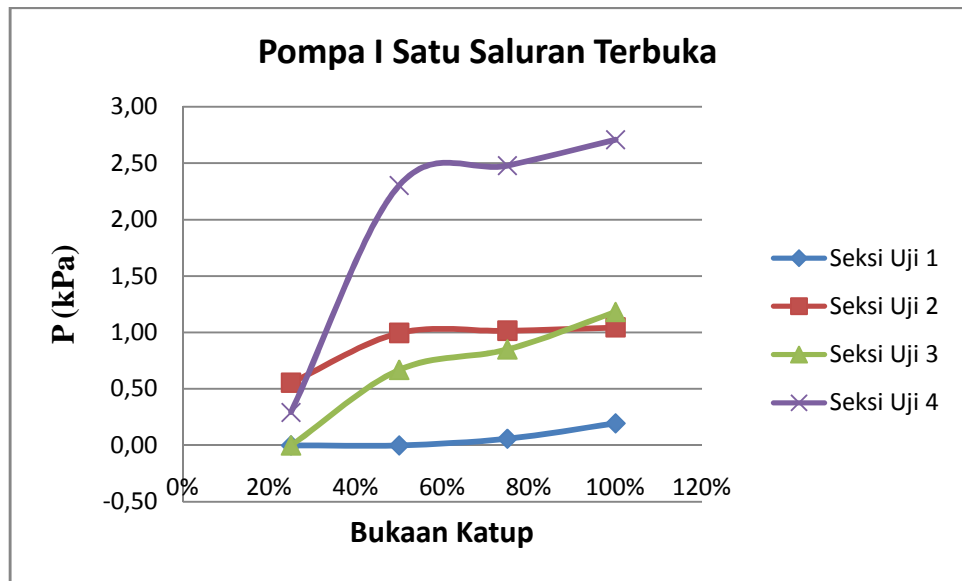
#### A. Hasil Pengujian

##### 1. Pengujian Penurunan Tekanan.

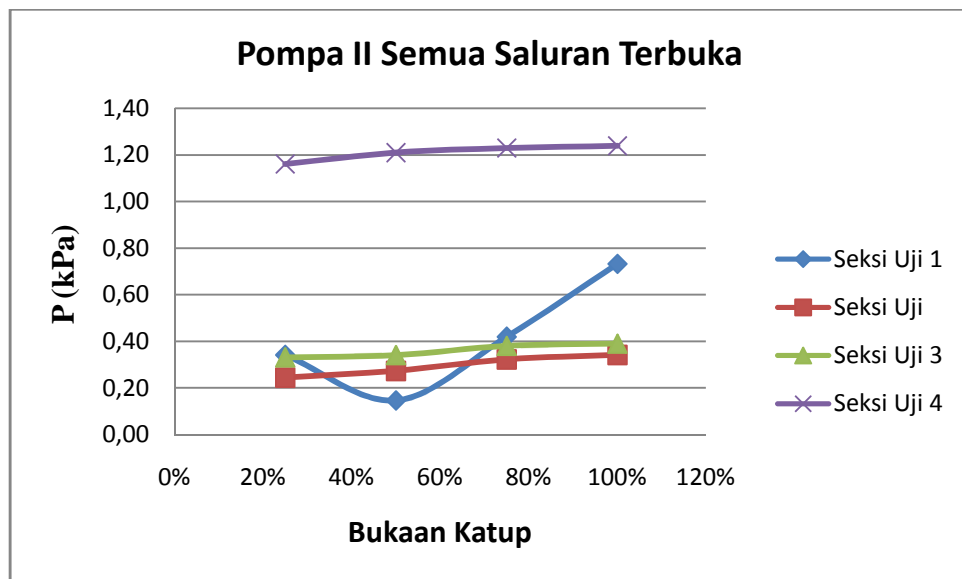
Pengujian dilakukan untuk mengetahui penurunan tekanan pada setiap seksi uji. Setiap seksi uji memiliki belokan yang berbeda-beda. Seksi uji 1 hanya berbentuk pipa lurus, seksi uji 2 mempunyai belokan *elbow*  $90^0$  yang berjumlah 4 buah, seksi uji 3 mempunyai belokan *elbow*  $45^0$  yang berjumlah 4 buah, sedangkan seksi uji 4 memiliki belokan kombinasi *elbow*  $45^0$  dan *elbow*  $90^0$  masing-masing berjumlah 4 buah. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada kondisi yang sama. Berikut adalah grafik-grafik pengujian penurunan tekanan yang telah dilakukan.



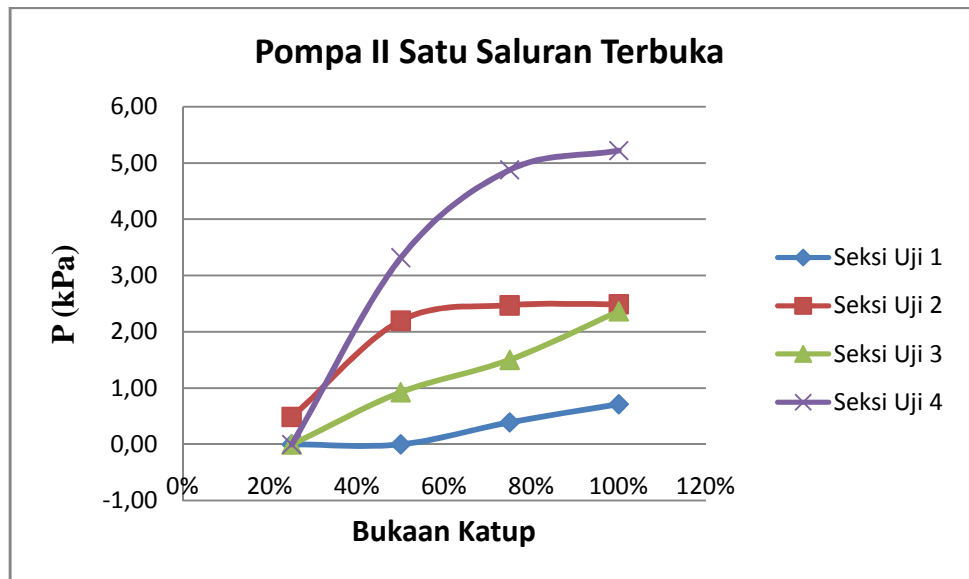
Gambar 4.1 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa I



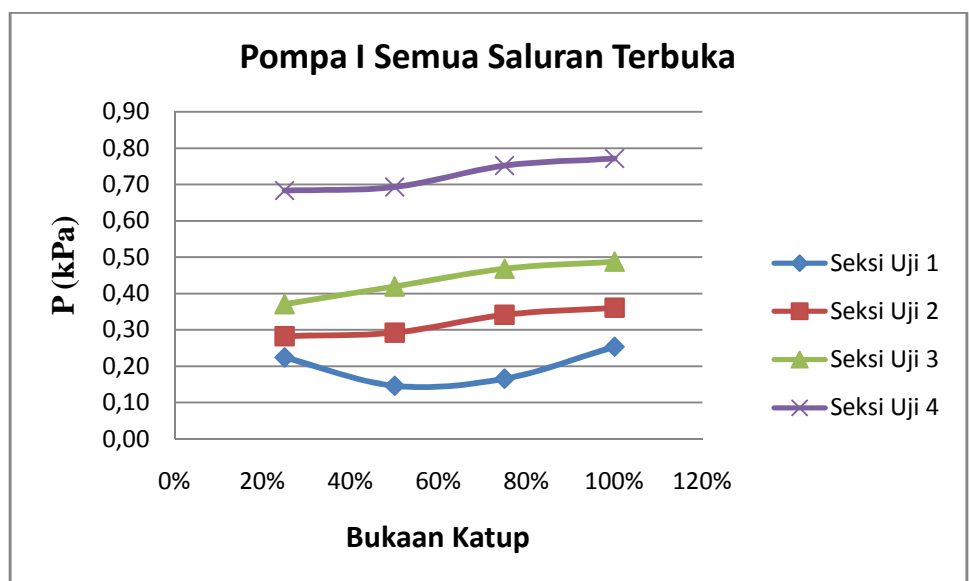
Gambar 4.2 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa I



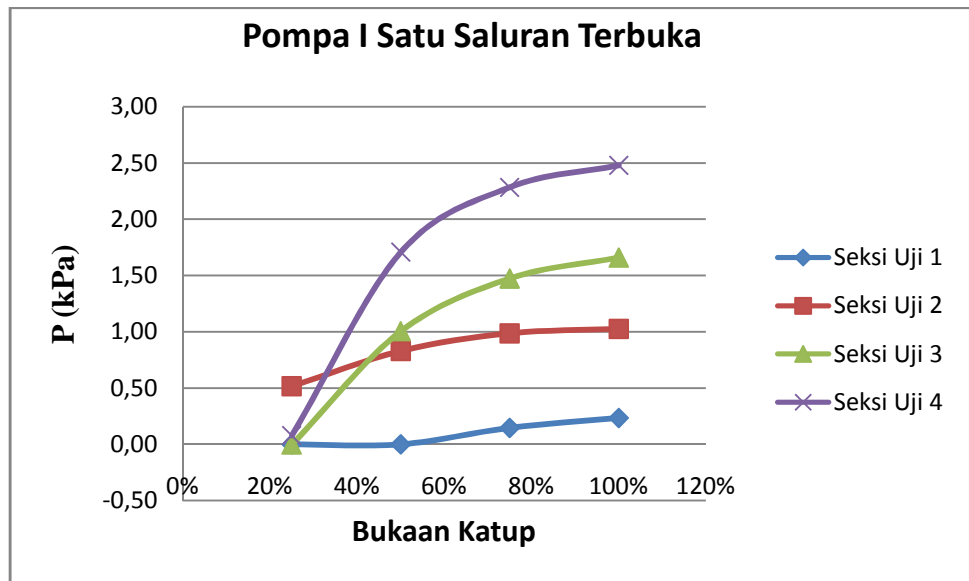
Gambar 4.3 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa II



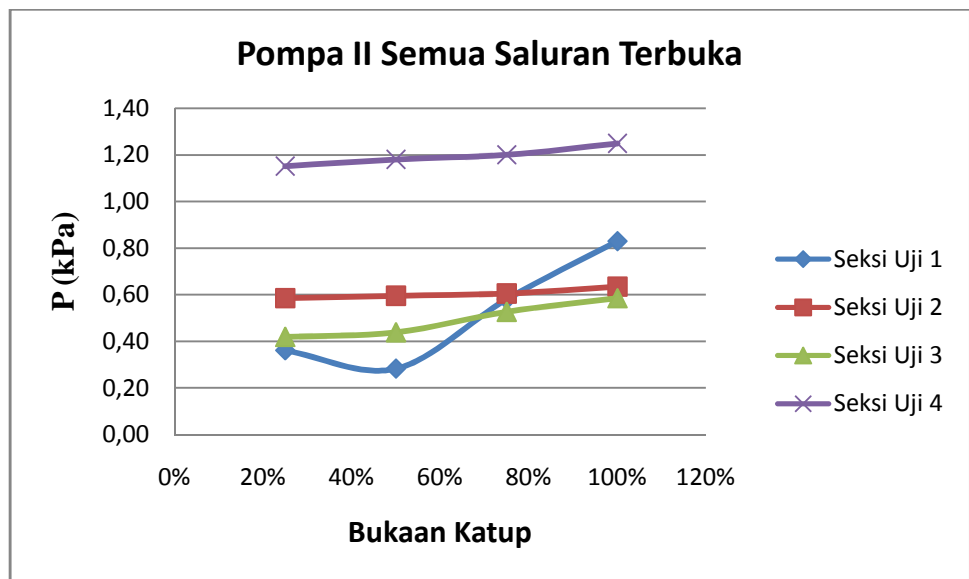
Gambar 4.4 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa II



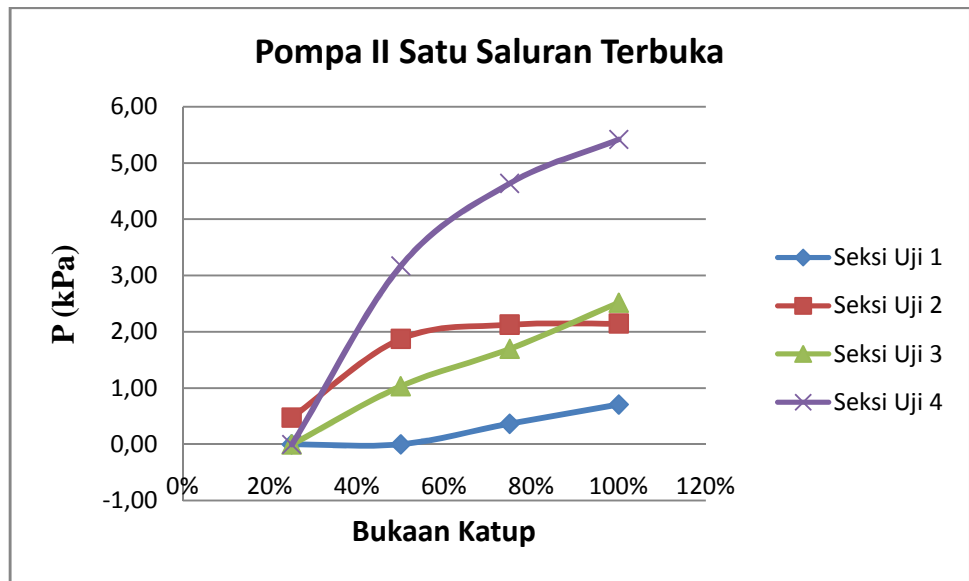
Gambar 4.5 Grafik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa I



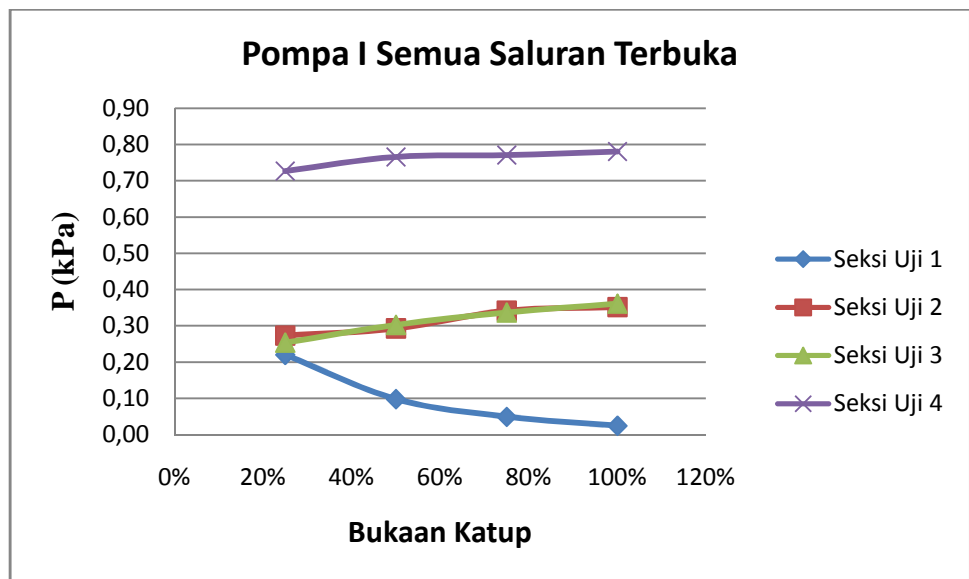
Gambar 4.6 Grafik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa I



Gambar 4.7 Grafik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa II

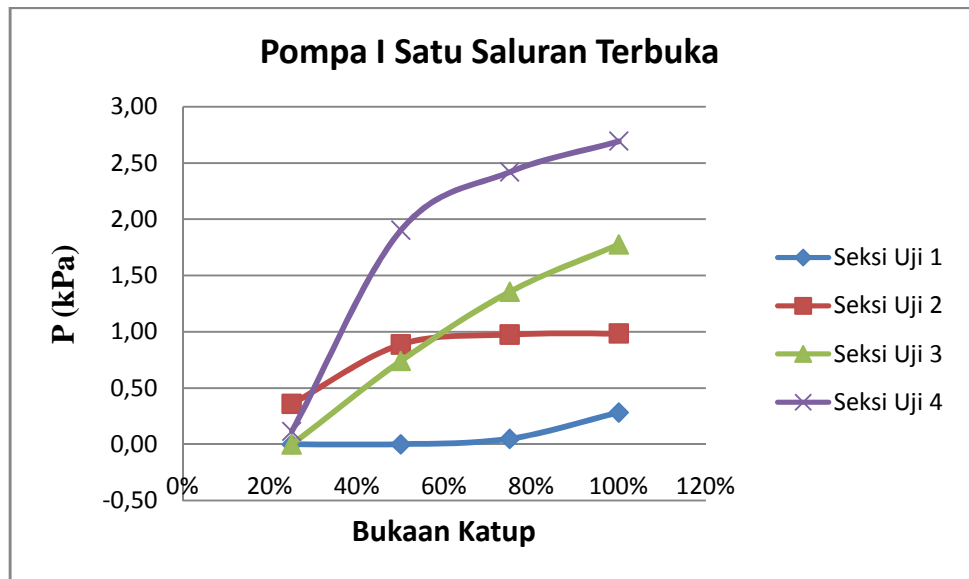


Gambar 4.8 Garfik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa II

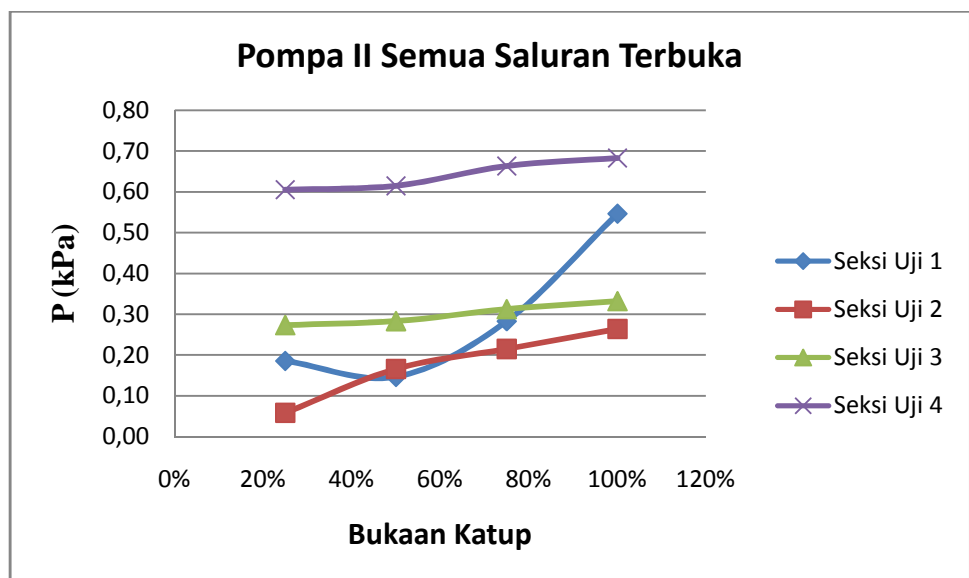


Gambar 4.9 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa I

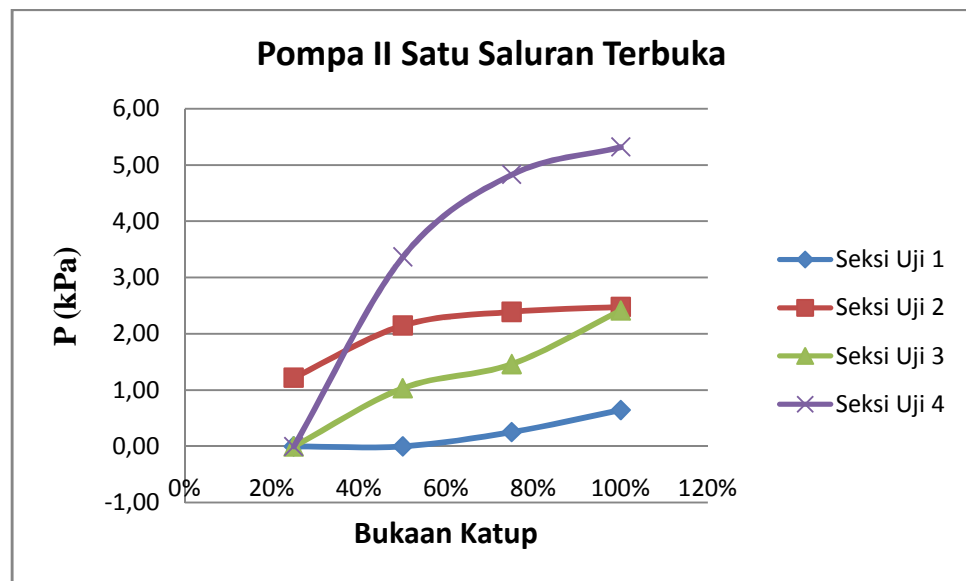




Gambar 4.10 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa I



Gambar 4. 11 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa II



Gambar 4. 12 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa II

Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali pengulangan maka dapat dihitung rata-ratanya. Tabel 4.1 untuk data hasil dari pengujian Pompa I dan Tabel 4.2 untuk data hasil dari pengujian Pompa II.

Tabel 4.1 Hasil Rata-Rata dari Ketiga Pengujian P.

Pompa I (1,3 A)					
Jenis Saluran	Bukaan Katup	Seksi Uji 1	Seksi Uji 2	Seksi Uji 3	Seksi Uji 4
		<i>Major Losses</i> h (cmH <sub>2</sub> 0)	<i>Minor Losses</i> h (cmH <sub>2</sub> 0)	<i>Minor Losses</i> h (cmH <sub>2</sub> 0)	<i>Minor Losses</i> h (cmH <sub>2</sub> 0)
Semua Saluran Terbuka	25%	2,43	2,27	3,27	7,15
	50%	1,02	2,87	3,77	7,42
	75%	1,10	3,33	4,12	7,67
	100%	1,62	3,50	4,42	7,73
Satu Saluran	25%	X	4,90	X	1,67
	50%	X	9,27	8,25	20,20

<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,87	10,17	12,57	24,53
	<b>100%</b>	2,43	10,43	15,77	26,92

Tabel 4.2 Hasil Rata-Rata dari Ketiga Pengujian P.

<b>Pompa II (1,6 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	3,03	3,03	3,50	9,97
	<b>50%</b>	1,97	3,53	3,63	10,27
	<b>75%</b>	4,38	3,90	4,17	10,57
	<b>100%</b>	7,20	4,23	4,47	10,83
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	X	7,47	X	X
	<b>50%</b>	X	21,23	10,23	33,67
	<b>75%</b>	3,45	23,87	15,93	49
	<b>100%</b>	7,05	24,30	24,92	54,50

## 2. Pengujian Debit dan Kecepatan Aliran Fluida.

Pengujian debit air yang dihasilkan dari setiap jenis seksi uji yang berbeda juga dilakukan sebanyak tiga kali pengambilan data. Sama halnya dengan pengujian penurunan tekanan. Berikut adalah tabel tabel pengujian debit air.

Tabel 4.3 Pengambilan Data Debit Air Pertama.

<b>Pompa I (1,3 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00058	0,00053	0,00026	0,00052
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,00060	0,00051	0,00047	0,00059
	<b>75%</b>	0,00059	0,00053	0,00051	0,00053
	<b>100%</b>	0,00054	0,00053	0,00050	0,00058
	<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,00032	0,00025	0,00051
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,00054	0,00049	0,00048	0,00048
	<b>75%</b>	0,00059	0,00052	0,00051	0,00046
	<b>100%</b>	0,00061	0,00055	0,00053	0,00046

Tabel 4.4 Pengambilan Data Debit Air Kedua.

<b>Pompa I (1,3 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00050	0,00051	0,00055	0,00051
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,00051	0,00053	0,00054	0,00056
	<b>75%</b>	0,00051	0,00053	0,00057	0,00053
	<b>100%</b>	0,00053	0,00054	0,00051	0,00058
	<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,00034	0,00030	0,00030
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,00049	0,00047	0,00051	0,00050

<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00054	0,00054	0,00057	0,00053
	<b>100%</b>	0,00055	0,00050	0,00049	0,00054

Tabel 4. 5 Pengambilan Data Debit Air Ketiga.

<b>Pompa I (1,3 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua Saluran</b>	<b>25%</b>	0,00046	0,00050	0,00050	0,00046
	<b>50%</b>	0,00043	0,00049	0,00046	0,00049
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00050	0,00044	0,00045	0,00048
	<b>100%</b>	0,00047	0,00047	0,00048	0,00047
<b>Satu Saluran</b>	<b>25%</b>	0,00031	0,00026	0,00031	0,00028
	<b>50%</b>	0,00049	0,00045	0,00048	0,00045
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00048	0,00048	0,00047	0,00049
	<b>100%</b>	0,00051	0,00049	0,00048	0,0004

Tabel 4.6 Pengambilan Data Debit Air Pertama

<b>Pompa II (1,6 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua Saluran</b>	<b>25%</b>	0,00080	0,00075	0,00079	0,00076
	<b>50%</b>	0,00073	0,00067	0,00079	0,00081
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00076	0,00073	0,00077	0,00079

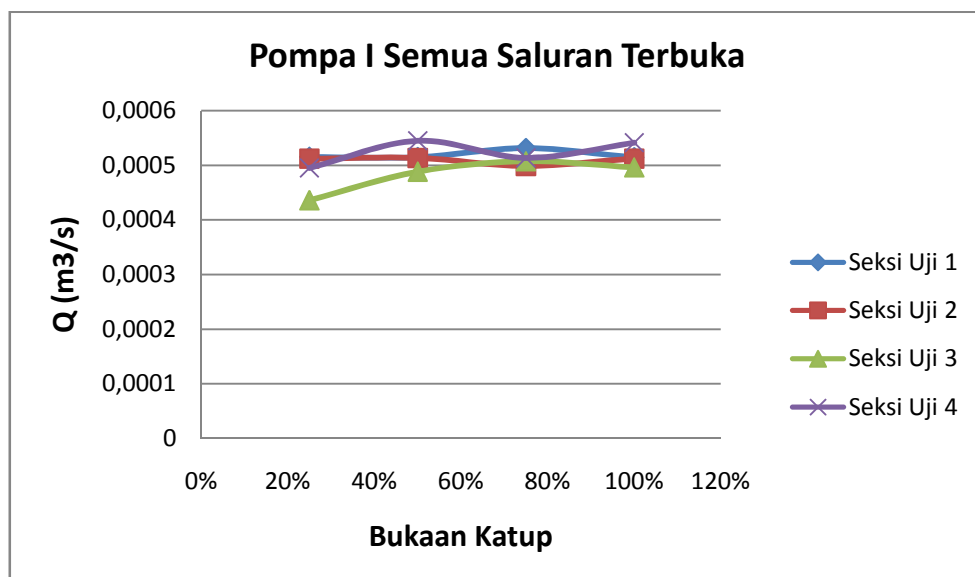
	<b>100%</b>	0,00092	0,00073	0,00086	0,00084
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00032	0,00049	0,00028	0,00024
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00077	0,00083	0,00070	0,00078
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00084	0,00088	0,00087	0,00086
	<b>100%</b>	0,00087	0,00091	0,00089	0,00074

Tabel 4.7 Pengambilan Data Debit Air Kedua

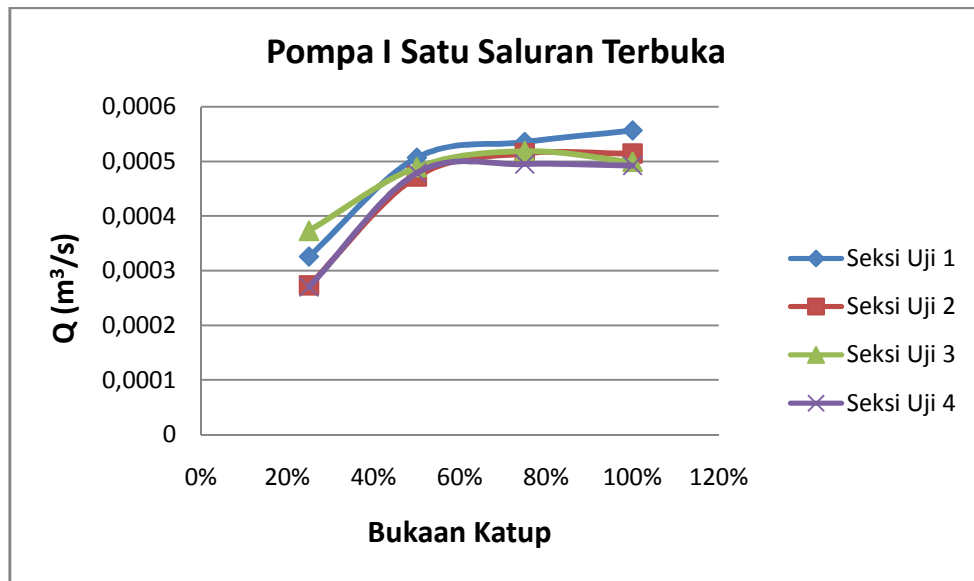
<b>Pompa II (1,6 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00080	0,00075	0,00075	0,00082
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00086	0,00089	0,00079	0,00081
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00081	0,00074	0,00082	0,00085
	<b>100%</b>	0,00083	0,00081	0,00083	0,00089
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00029	0,00032	0,00024	0,00035
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00077	0,00074	0,00075	0,00074
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00069	0,00083	0,00070	0,00071
	<b>100%</b>	0,00081	0,00079	0,00075	0,00071

Tabel 4.8 Pengambilan Data Debit Air Ketiga.

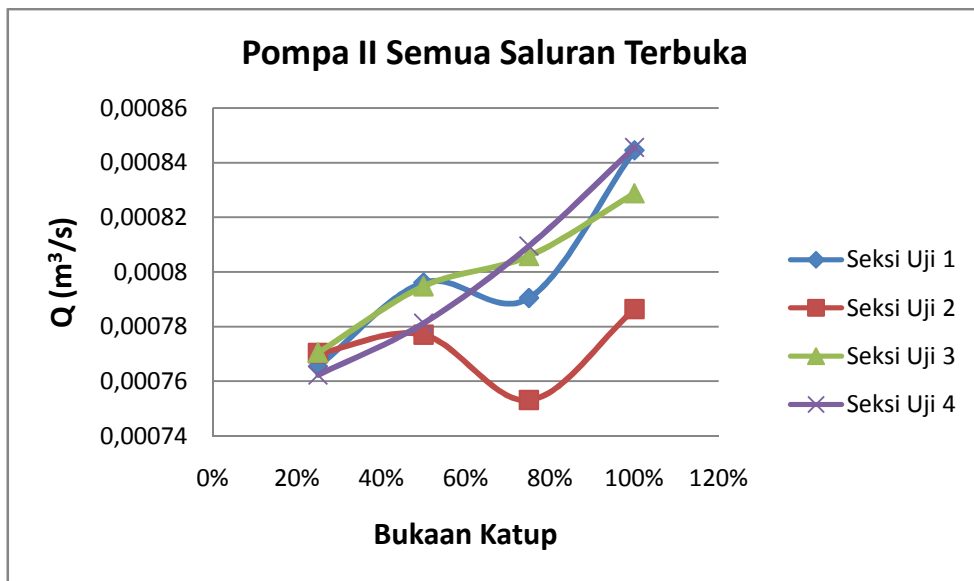
Pompa II (1,6 A)					
Jenis Saluran	Bukaan Katup	Seksi Uji 1 <i>Major Losses</i>	Seksi Uji 2 <i>Minor Losses</i>	Seksi Uji 3 <i>Minor Losses</i>	Seksi Uji 4 <i>Minor Losses</i>
		Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Semua Saluran Terbuka	25%	0,00070	0,00081	0,00077	0,00071
	50%	0,00080	0,00077	0,00081	0,00072
	75%	0,00080	0,00079	0,00083	0,00079
	100%	0,00078	0,00082	0,00080	0,00081
Satu Saluran Terbuka	25%	0,00034	0,00038	0,00048	0,00023
	50%	0,00066	0,00081	0,00072	0,00073
	75%	0,00073	0,00081	0,00077	0,00074
	100%	0,00089	0,00075	0,00080	0,00076



Gambar 4.13 Grafik Debit Rata-Rata Pompa I

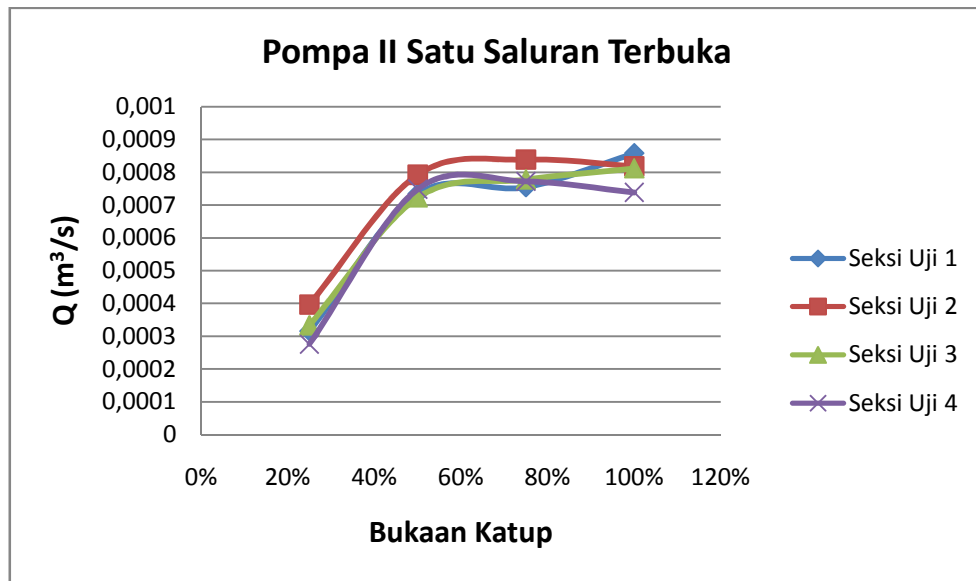


Gambar 4. 14 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa I



Gambar 4. 15 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa II





Gambar 4. 16 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa II

## B. Pembahasan

### 1. Pehitungan Penurunan Tekanan

Setelah kita mendapatkan data rata-rata dari penurunan tekanan untuk keempat jenis seksi uji dan 2 jenis pompa yang berbeda, maka kita lanjutkan dengan perhitungan penurunan tekanan dimana,

$$\Delta P = \rho g h \quad (4.1)$$

$\Delta P$  = Selisih Tekanan (Pa)

$\rho$  = Berat Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = Gravitasi Bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = Tinggi Tekan ( $\text{cmH}_2\text{O}$ )

Sebagai contoh salah satu angka yang ada dalam tabel rata-rata lalu kita masukkan ke dalam rumus seperti diatas :

- Penurunan tekanan pada seksi uji 4 yang terdiri dari kombinasi *elbow* 45<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup>, Pompa I dan bukaan katup 100%. Berat jenis air pada suhu 30<sup>0</sup> sebesar 996 kg/m<sup>3</sup>.

$$\Delta P = 996 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,024 \text{ Pa}$$

$$= 237,51 \text{ Pa} = 0,24 \text{ kPa.}$$

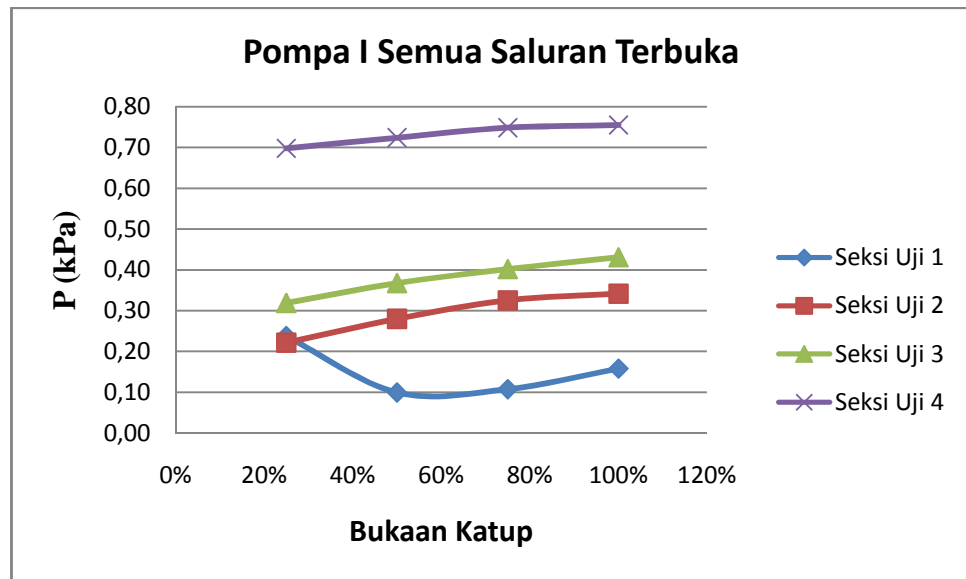
Tabel 4.9 Perhitungan Penurunan Tekanan

<b>Pompa I (1,3 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		$\Delta \frac{P}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{P}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{P}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{P}{P}$ (kPa)
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,24	0,22	0,32	0,70
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,10	0,28	0,37	0,72
	<b>75%</b>	0,11	0,33	0,40	0,75
	<b>100%</b>	0,16	0,34	0,43	0,75
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	-	0,48	-	0,16
	<b>50%</b>	-	0,90	0,81	1,97
	<b>75%</b>	0,08	0,99	1,23	2,39
	<b>100%</b>	0,24	1,02	1,54	2,63

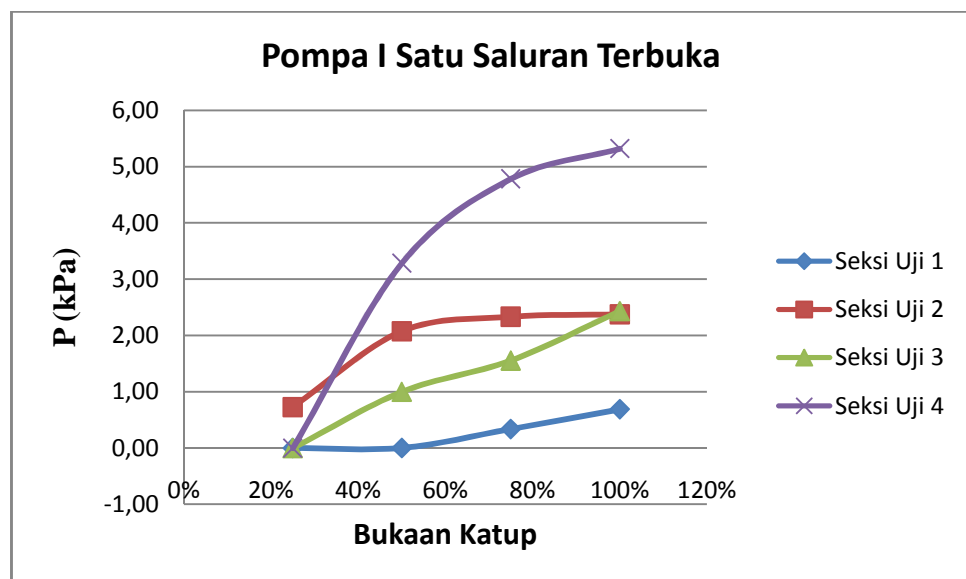
Tabel 4.10 Perhitungan Penurunan Tekanan

<b>Pompa II (1,6 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		$\Delta \bar{h}_P$ (kPa)	$\Delta \bar{h}_P$ (kPa)	$\Delta \bar{h}_P$ (kPa)	$\Delta \bar{h}_P$ (kPa)
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,30	0,30	0,34	0,97
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	0,19	0,34	0,35	1,00
	<b>75%</b>	0,43	0,38	0,41	1,03
	<b>100%</b>	0,70	0,41	0,44	1,06
	<b>Satu</b>	<b>25%</b>	-	0,73	-
<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	-	2,07	1,00	3,29
	<b>75%</b>	0,34	2,33	1,56	4,78
	<b>100%</b>	0,69	2,37	2,42	5,32

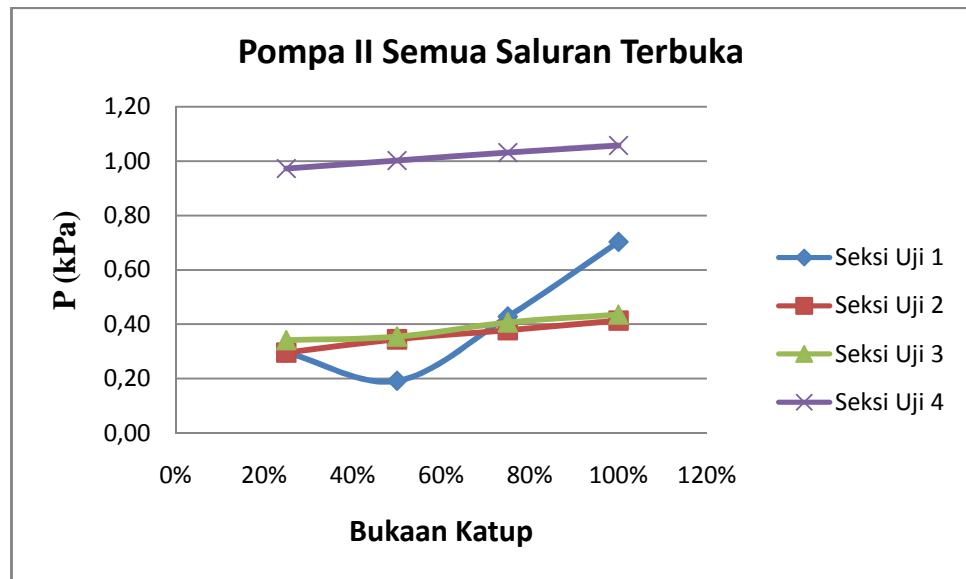
Pada bagian kolom yang tidak berisi angka itu disebabkan karena adanya gejala *water hammer*. Gejala itu menyebabkan terjadi kebisingan di daerah pipa yang mengalami benturan air dan dengan seketika kinerja pompa juga menurun. Hal ini menyebabkan penurunan tekanan tidak dapat diukur dan debit sangat kecil. Agar lebih jelas melihat penurunan tekanan maka barikut adalah grafik-grafik yang menggambarkan perbedaan semua saluran terbuka dengan hanya satu saluran terbuka di setiap seksi uji dan dengan pompa yang berbeda.



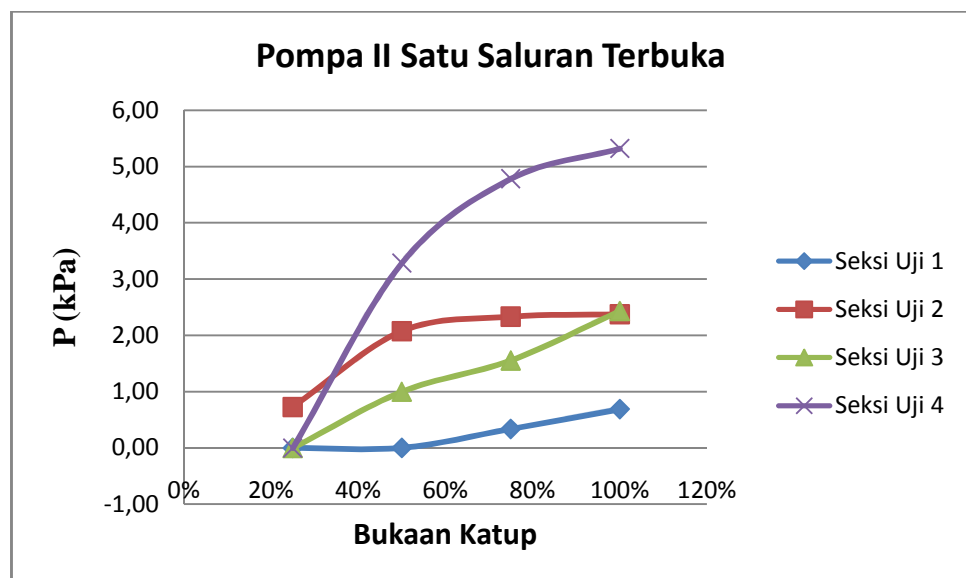
Gambar 4. 17 Penurunan Tekanan pada Pompa I Semua Saluran Terbuka



Gambar 4. 18 Penurunan Tekanan pada Pompa I Satu Saluran Terbuka



Gambar 4. 19 Penurunan Tekanan pada Pompa II Semua Saluran Terbuka



Gambar 4. 20 Penurunan Tekanan pada Pompa II Satu Saluran Terbuka

## 2. Perhitungan Kecepatan Aliran

Untuk menghitung kecepatan aliran kita dapat menggunakan rumus

$$V = \frac{Q}{A} \quad (4.2)$$

Dimana :

V = Kecepatan Aliran (m/s).

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s).

A = Luas Penampang Pipa (m<sup>2</sup>).

Contoh perhitungan :

Debit air yang dihasilkan pada satu saluran terbuka Seksi uji 4 Pompa

II yaitu

$$V = \frac{0,000738 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00049 \text{ m}^2}$$

$$= 1,51 \text{ m/s}$$

Tabel 4.11 Hasil Rata-Rata Kecepatan Aliran.

<b>Pompa I (1,3 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	1,05	1,04	0,89	1,01
	<b>50%</b>	1,05	1,05	1	1,11
	<b>75%</b>	1,08	1,02	1,04	1,05
	<b>100%</b>	1,05	1,05	1,01	1,10
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,66	0,56	0,76	0,55
	<b>50%</b>	1,03	0,96	1,00	0,98
	<b>75%</b>	1,09	1,05	1,06	1,01
	<b>100%</b>	1,14	1,04	1,07	1

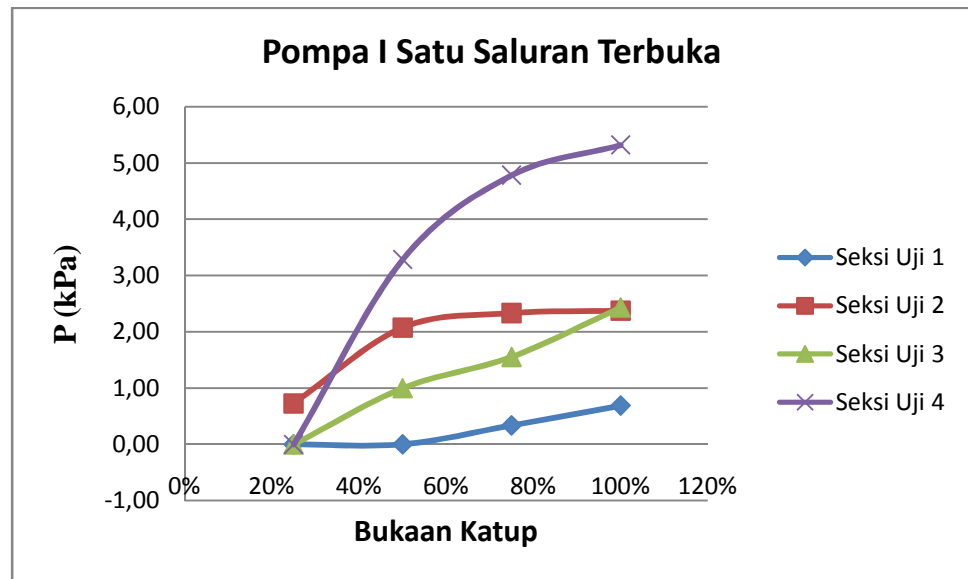
Tabel 4.12 Hasil Rata-Rata Kecepatan Aliran.

<b>Pompa II (1,6 A)</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	1,56	1,57	1,57	1,56
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,62	1,59	1,62	1,59
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,61	1,54	1,64	1,65
	<b>100%</b>	1,72	1,60	1,69	1,73
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,64	0,81	0,68	0,56
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,50	1,62	1,48	1,53
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,54	1,79	1,59	1,58
	<b>100%</b>	1,75	1,67	1,66	1,51

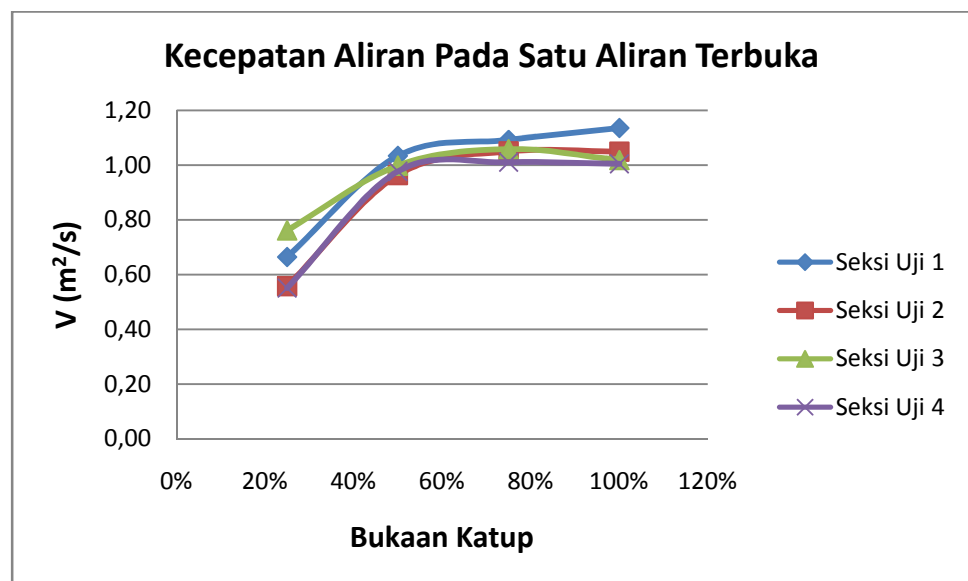
Setelah melihat tabel di atas kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan jumlah belokan. Semakin banyak jumlah belokan maka semakin rendah nilai kecepatan aliran.

### **3. Hubungan Antara Penurunan Tekanan dengan Kecepatan Aliran.**

Setelah kita menghitung penurunan tekanan dan kecepatan aliran setiap seksi uji maka kita dapat membandingkannya dengan grafik-grafik berikut ini :



Gambar 4. 21 Grafik Penurunan Tekanan Satu Saluran Terbuka



Gambar 4. 22 Grafik Kecepatan Aliran

Setelah membandingkan kedua grafik di atas yakni grafik penurunan tekanan dengan grafik kecepatan aliran. Pada Garis Seksi Uji 1 pada grafik penurunan tekanan menunjukkan nilai yang rendah, sedangkan pada Garis



Seksi Uji1 pada grafik kecepatan aliran menunjukkan nilai yang tinggi. Hal ini membuktikan semakin minimnya hambatan yang disebabkan oleh belokan maka semakin besar nilai kecepatan aliran. Sedangkan pada Garis Seksi Uji 4 pada grafik penurunan tekanan menunjukkan angka tertinggi, akan tetapi pada Garis Seksi Uji 4 pada grafik kecepatan aliran menunjukkan angka terendah. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyaknya hambatan yang disebabkan oleh belokan maka semakin kecil nilai kecepatan aliran.

#### 4. Perbandingan Hasil P Eksperimen dengan P Analisis

Untuk dapat dikatakan suatu penelitian maka perlu adanya pembahasan antara perhitungan eksperimen dengan perhitungan analisis. Untuk pembahasan P Eksperimen sudah dibahas di atas. Sedangkan untuk perhitungan P Analisis kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

Seksi Uji 1 yang tergolong *Mayor Losses*:

$$\Delta P = \frac{32\mu LV_{avg}}{D^2} \quad (4.3)$$

Seksi Uji 2, 3, dan 4 yang memiliki kombinasi *Mayor Losses* dan *Minor Losses*:

$$h_{L,total} = \left( f \frac{L}{D} + \sum K_L \right) \frac{V^2}{2g} \quad (4.4)$$

Berikut adalah Tabel dan Grafik Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis :

Tabel. 4. 13 Perbandingan Antara P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

Pengujian	Bukaan	Semua Saluran Terbuka		Satu Saluran Terbuka	
		P Eksperimen (kPa)	P Analisis (kPa)	P Eksperimen (kPa)	P Analisis (kPa)
<b>Seksi Uji 1</b>  <i>Major Losses</i>	<b>Katup</b>				
	25%	0,24	0,34	X	0,22
	50%	0,10	0,34	X	0,34
	75%	0,11	0,35	0,08	0,36
	100%	0,16	0,34	0,24	0,37
<b>Seksi Uji 2</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,22	0,46	0,48	0,14
	50%	0,28	0,47	0,90	0,40
	75%	0,33	0,44	0,99	0,47
	100%	0,34	0,46	1,02	0,47
<b>Seksi Uji 3</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,32	0,34	X	0,26
	50%	0,37	0,41	0,81	0,41
	75%	0,40	0,44	1,23	0,46
	100%	0,43	0,42	1,54	0,43
<b>Seksi Uji 4</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,70	0,91	0,16	0,34
	50%	0,72	0,99	1,97	0,82
	75%	0,75	0,91	2,39	0,92
	100%	0,75	0,98	2,63	0,91

Tabel 4. 14 Perbandingan Antara P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II

Pengujian	Bukaan	Semua Saluran Terbuka		Satu Saluran Terbuka	
		P Eksperimen (kPa)	P Analisis (kPa)	P Eksperimen (kPa)	P Analisis (kPa)
<b>Seksi Uji 1</b>  <i>Major Losses</i>	<b>Katup</b>				
	25%	0,30	0,51	X	0,21
	50%	0,19	0,53	X	0,49
	75%	0,43	0,53	0,34	0,50
	100%	0,70	0,56	0,69	0,57
<b>Seksi Uji 2</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,30	1,02	0,37	0,29
	50%	0,34	1,04	2,07	1,08
	75%	0,38	0,98	2,33	1,20
	100%	0,41	1,06	2,37	1,15
<b>Seksi Uji 3</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,34	0,96	X	0,22
	50%	0,35	1,01	1,00	0,85
	75%	0,41	1,04	1,56	0,97
	100%	0,44	1,10	2,43	1,06
<b>Seksi Uji 4</b>  <i>Minor Losses</i>	25%	0,97	1,42	X	0,35
	50%	1,00	1,47	3,29	1,39
	75%	1,03	1,51	4,78	1,45
	100%	1,06	1,62	5,32	1,37

Contoh perhitungan pada Seksi Uji 1 Pompa I Bukaannya Katup 50% pada Satu

Saluran Terbuka :

Diketahui :

$$\mu = 0,000799 \text{ Ns/m}^2 \text{ (kita peroleh dari tabel viskositas air)}$$

$$L = 0,8 \text{ m}$$

$$V = 1,03 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (kita peroleh dari tabel kecepatan aliran)}$$

$$D^2 = 0,0625 \text{ m}$$

Rumus yang digunakan adalah *Mayor Losses* :

$$\Delta P = \frac{32 \cdot 0,000799 \cdot 0,8 \cdot 1,03}{0,0625}$$

$$P = 0,34 \text{ kPa}$$

Contoh Perhitungan Seksi Uji 2 Pompa II Bukaannya Katup 100% pada Satu

Saluran Terbuka :

Diketahui :

$$\mu = 0,000799 \text{ Ns/m}^2 \text{ (kita peroleh dari tabel viskositas air)}$$

$$V = 1,67 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (kita peroleh dari tabel kecepatan aliran)}$$

$$L = 0,095 \text{ m} \qquad g = 9,8 \text{ m/s}$$

$$D = 0,25 \text{ m} \qquad K_L T = 2,0$$

$$K_L \text{ Elbow } 90^\circ = 0,9 \quad f = 0,00012$$

Rumus yang digunakan adalah *Mayor Losses* dan *Minor Losses* :

$$\Delta P = \frac{32.0,000799.0,095.1,67}{0,0625}$$

$$\Delta P = 0,06 \text{ kPa (Mayor Losses)}$$

$$h_{L,total} = \left( 0,00012 \frac{0,095}{0,25} + (0,9.4) + (2,0.2) \right) \frac{1,67^2}{2(9,8)}$$

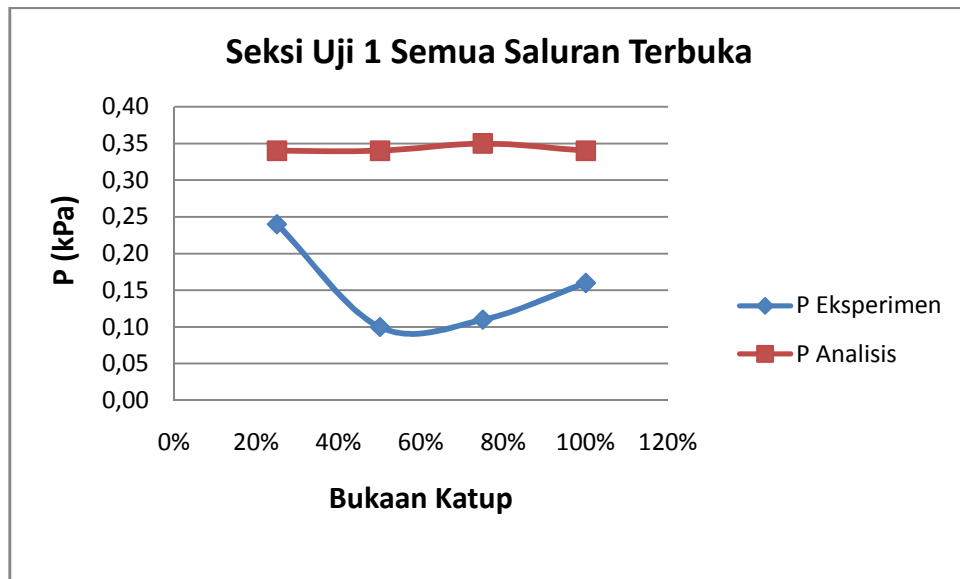
$$h_{L,total} = 1,08 \text{ kPa (Minor Losses)}$$

Kemudian kita jumlahkan hasil dari perhitungan rumus Mayor Losses dan Minor

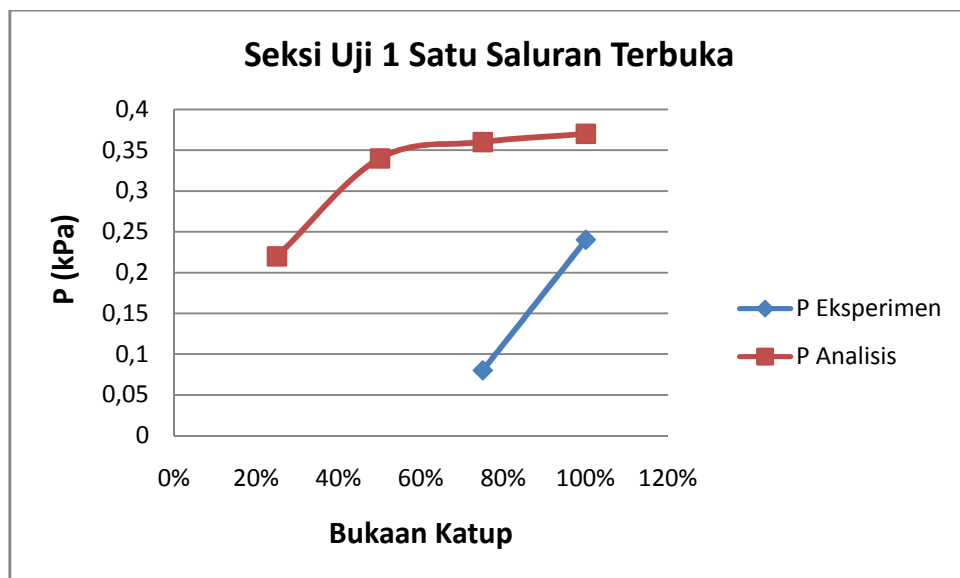
Losses :

$$P \text{ Analisis} = 0,06 \text{ kPa} + 1,08 \text{ kPa}$$

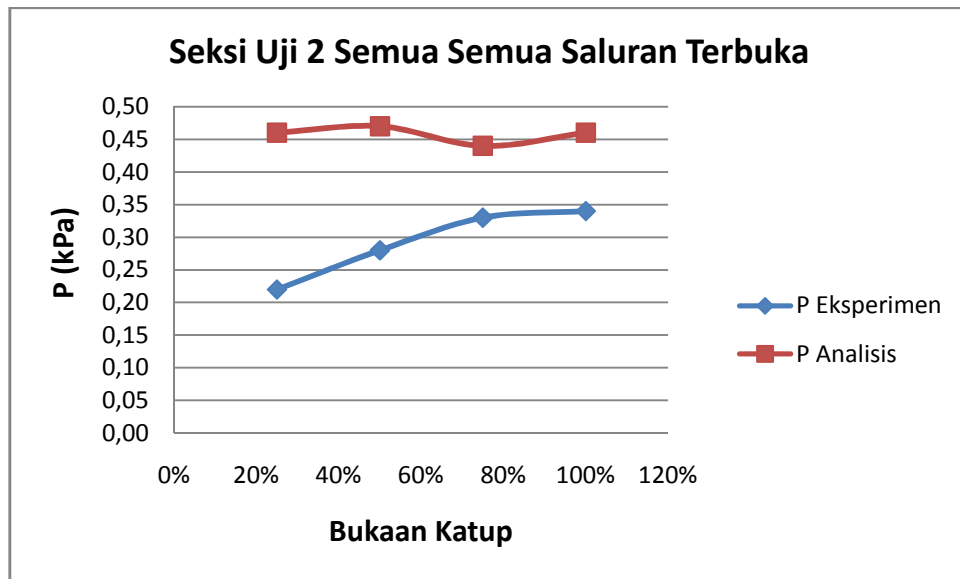
$$= 1,15 \text{ kPa.}$$



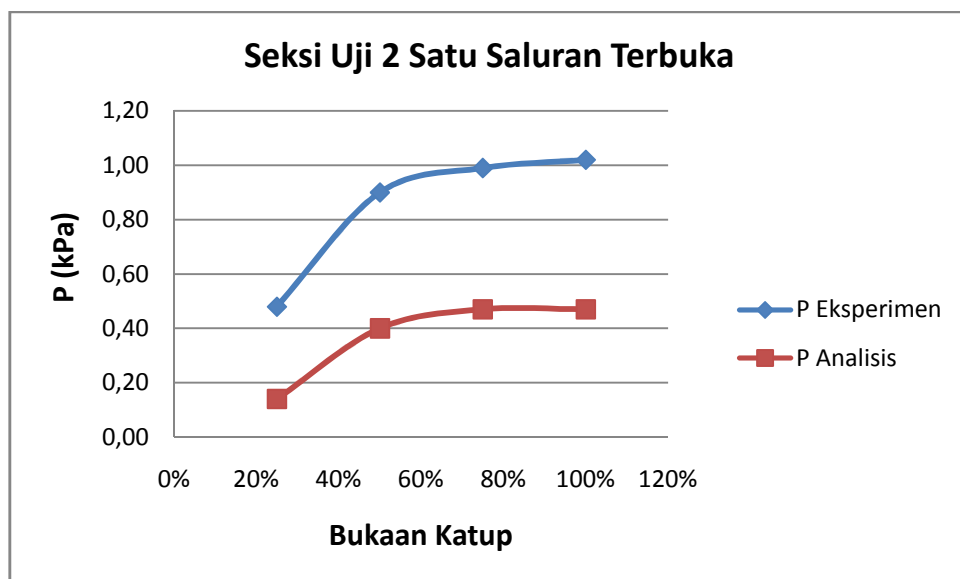
Gambar 4. 23 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



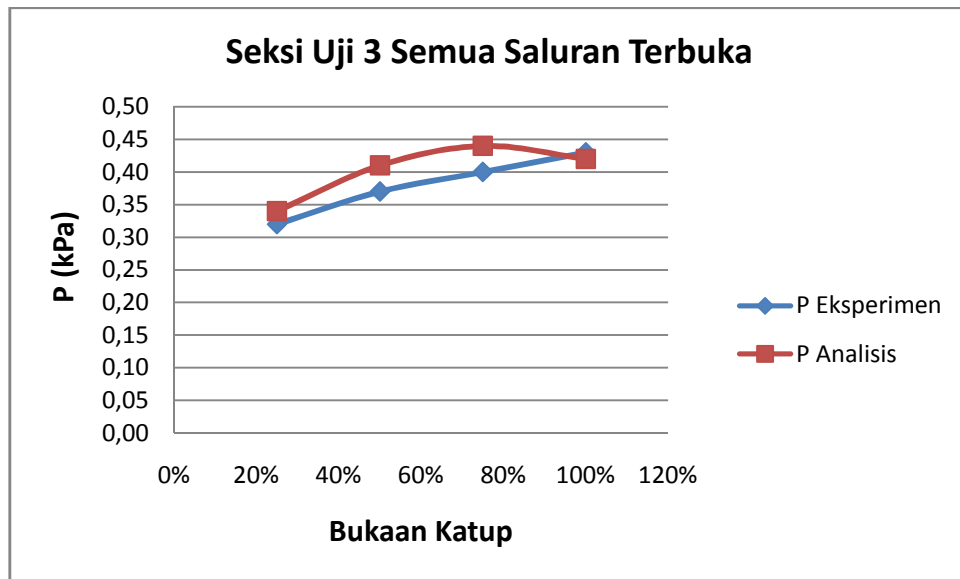
Gambar 4. 24 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



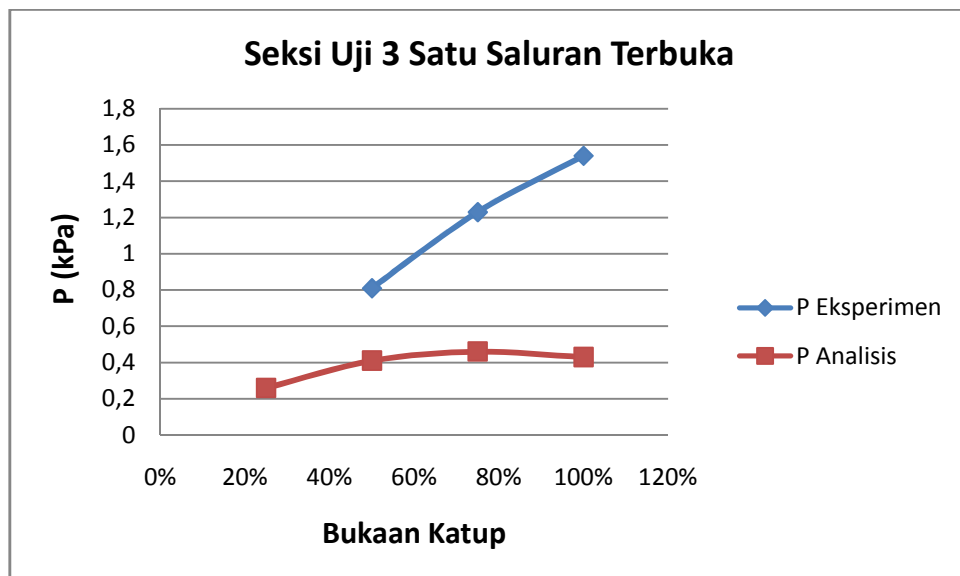
Gambar 4. 25 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



Gambar 4. 26 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

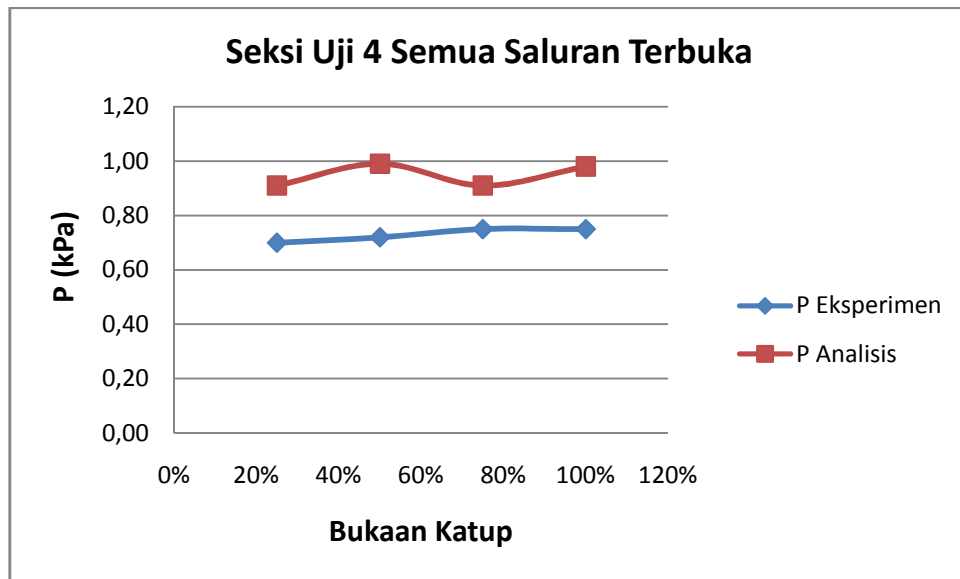


Gambar 4. 27 Perbandingan  $P$  Eksperimen dengan  $P$  Analisis Pada Pompa I

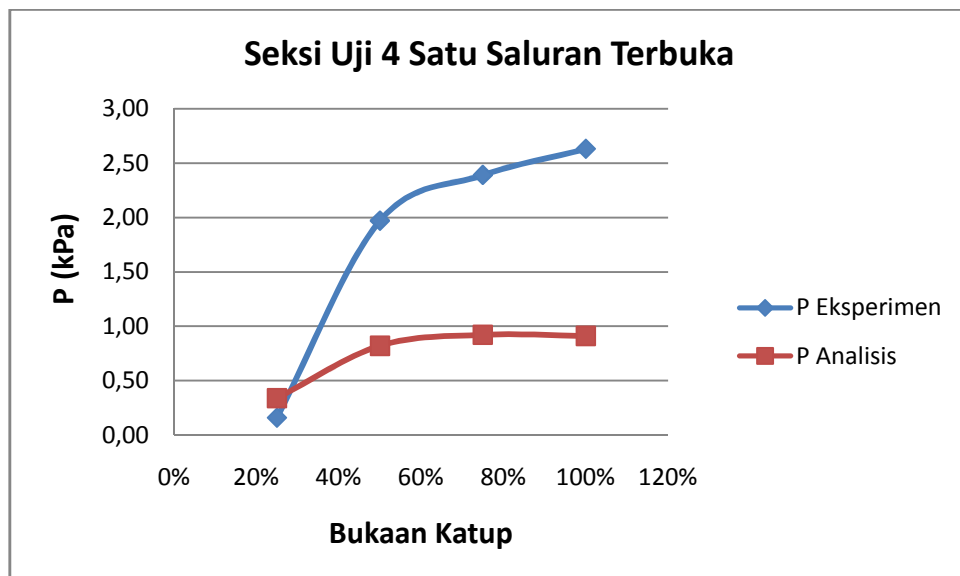


Gambar 4. 28 Perbandingan  $P$  Eksperimen dengan  $P$  Analisis Pada Pompa I

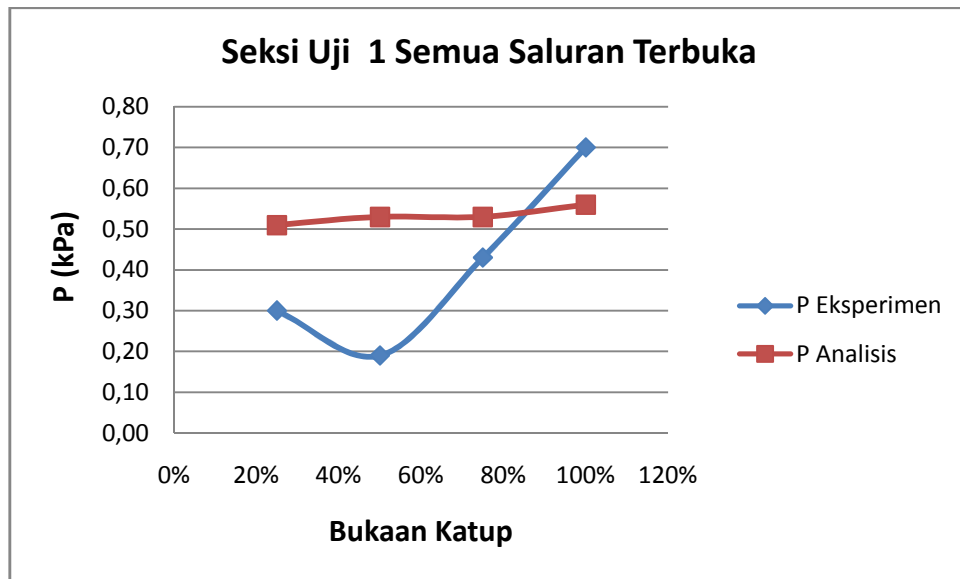




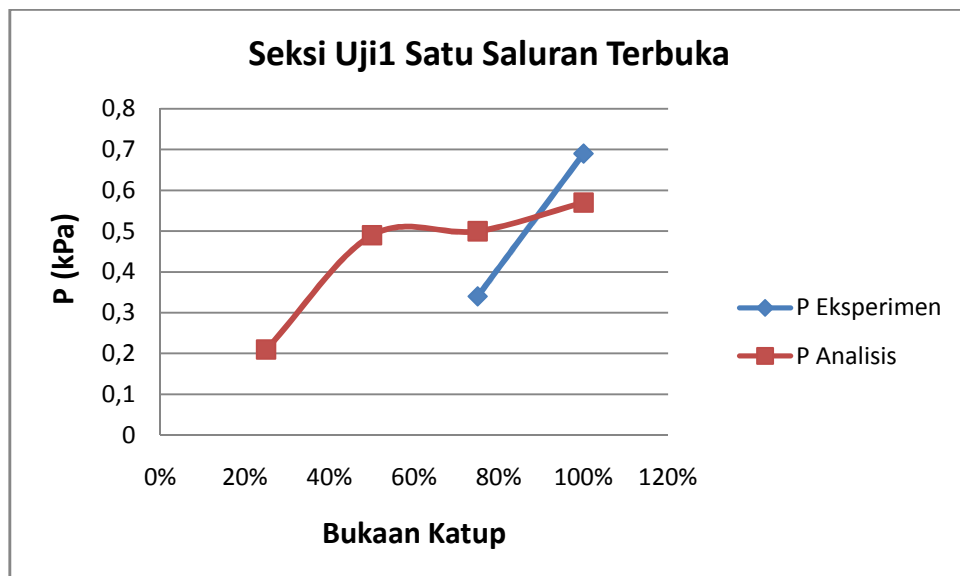
Gambar 4. 29 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



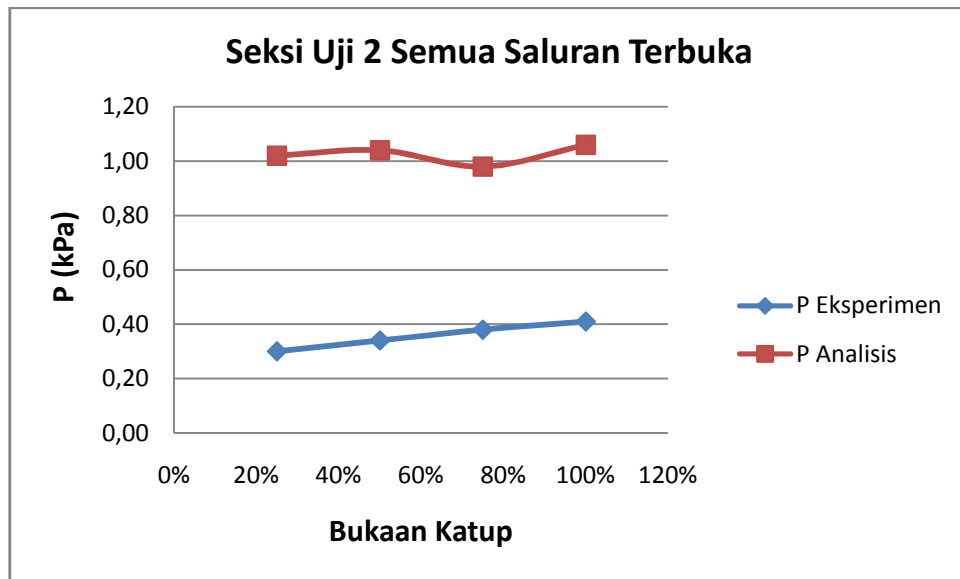
Gambar 4. 30 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



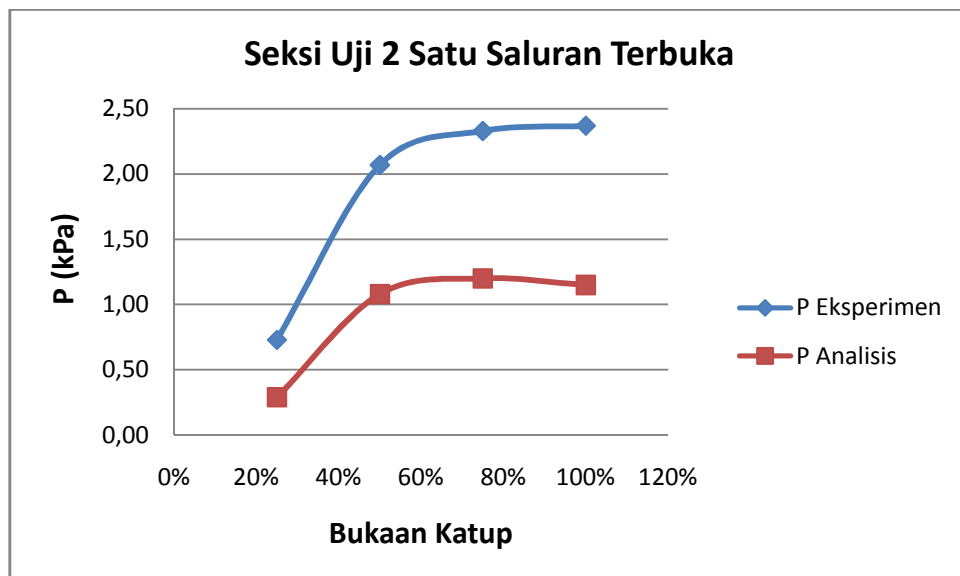
Gambar 4. 31 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



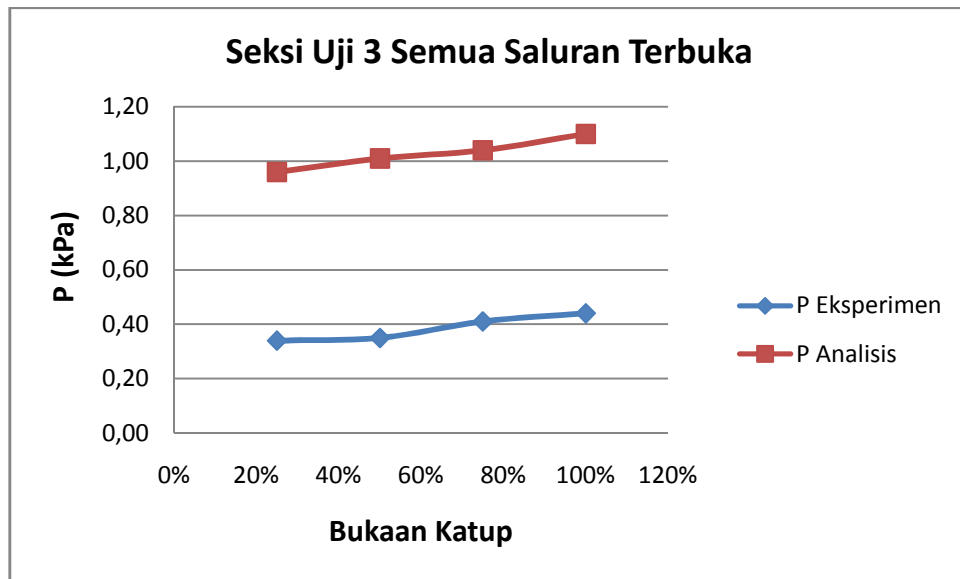
Gambar 4. 32 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



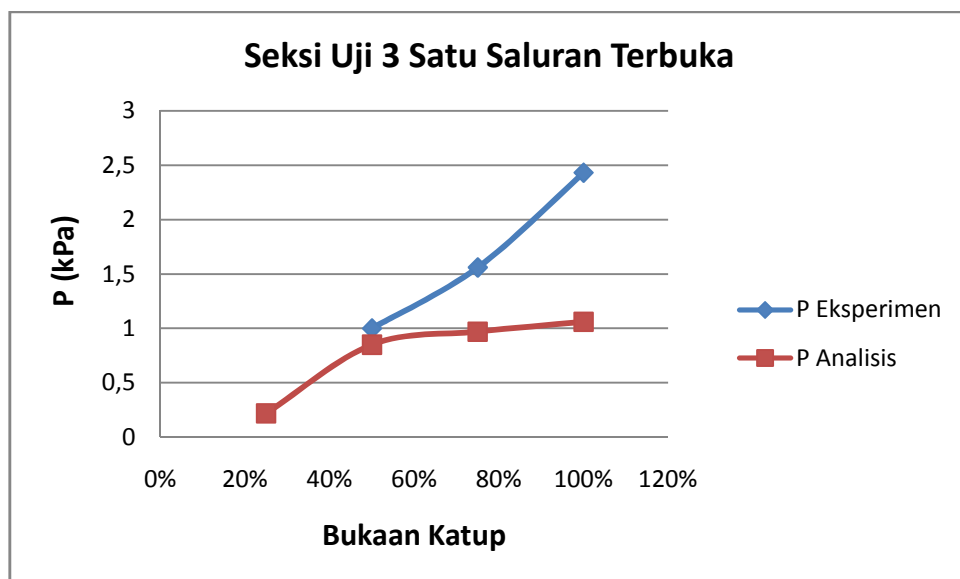
Gambar 4. 33 Perbandingan  $P$  Eksperimen dengan  $P$  Analisis Pada Pompa II



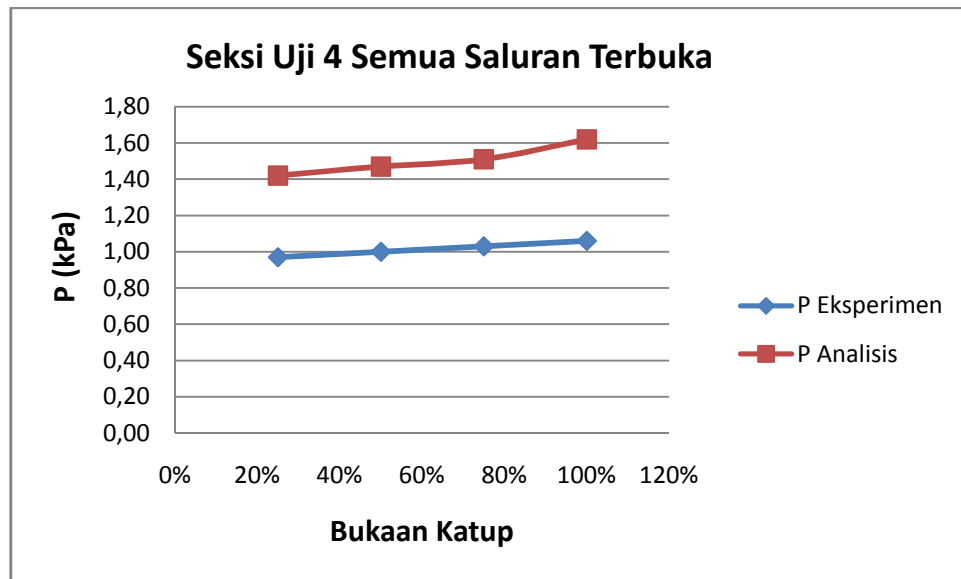
Gambar 4. 34 Perbandingan  $P$  Eksperimen dengan  $P$  Analisis Pada Pompa II



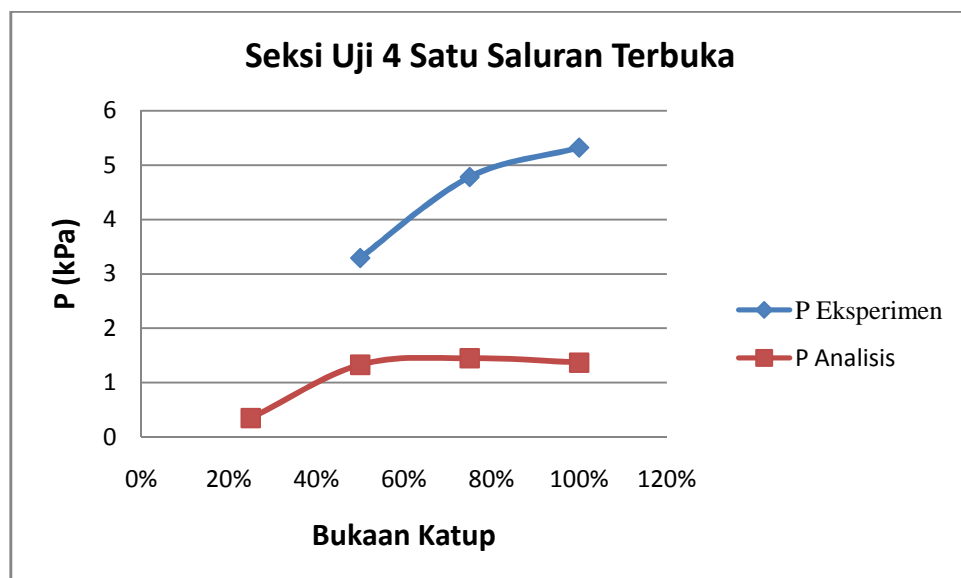
Gambar 4. 35 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



Gambar 4. 36 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



Gambar 4. 37 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



Gambar 4. 38 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II

Pada grafik menunjukkan terjadi perbedaan yang signifikan pada jenis pengujian satu saluran terbuka. Hal ini dapat dibuktikan posisi garis grafik P Eksperimen berada di atas garis grafik P Analisis.

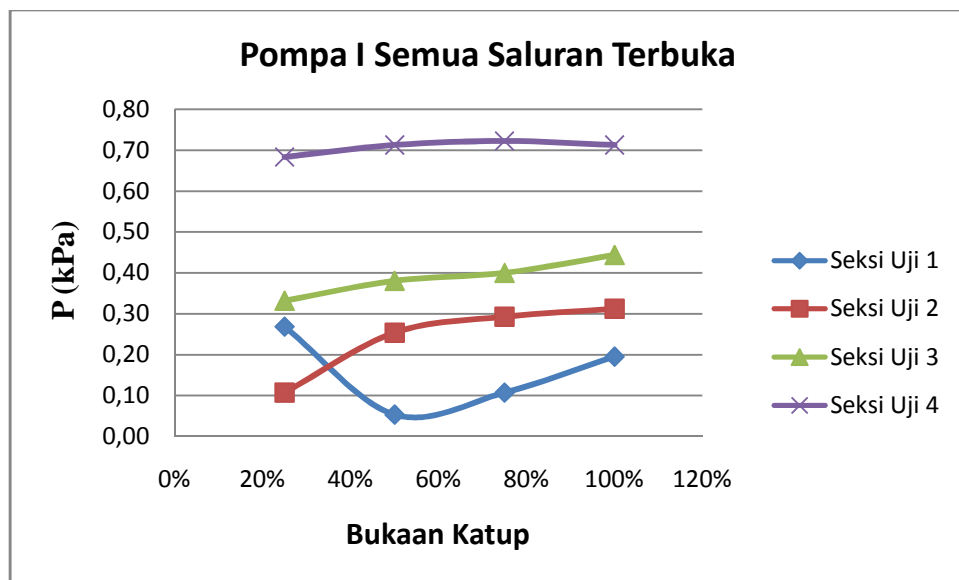
## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

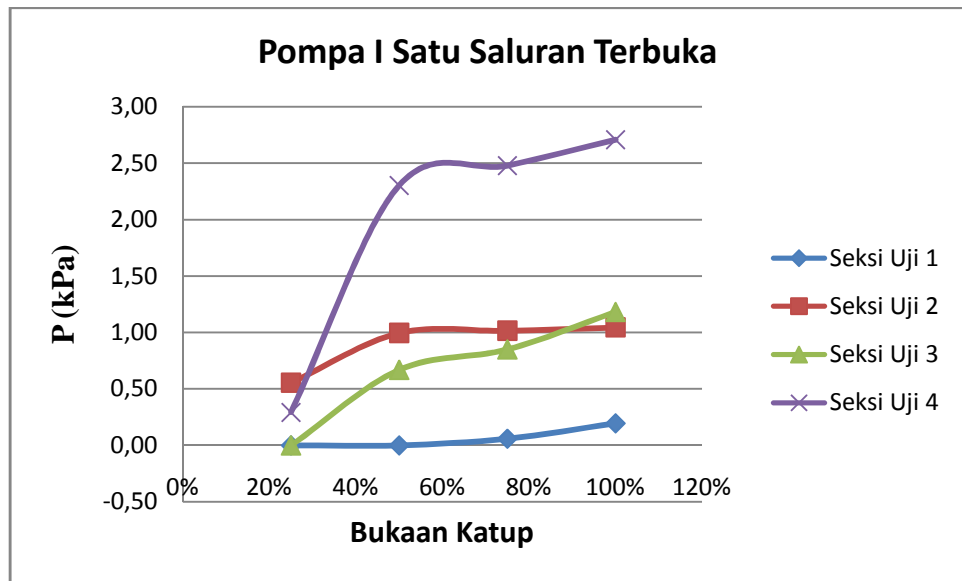
#### A. Hasil Pengujian

##### 1. Pengujian Penurunan Tekanan.

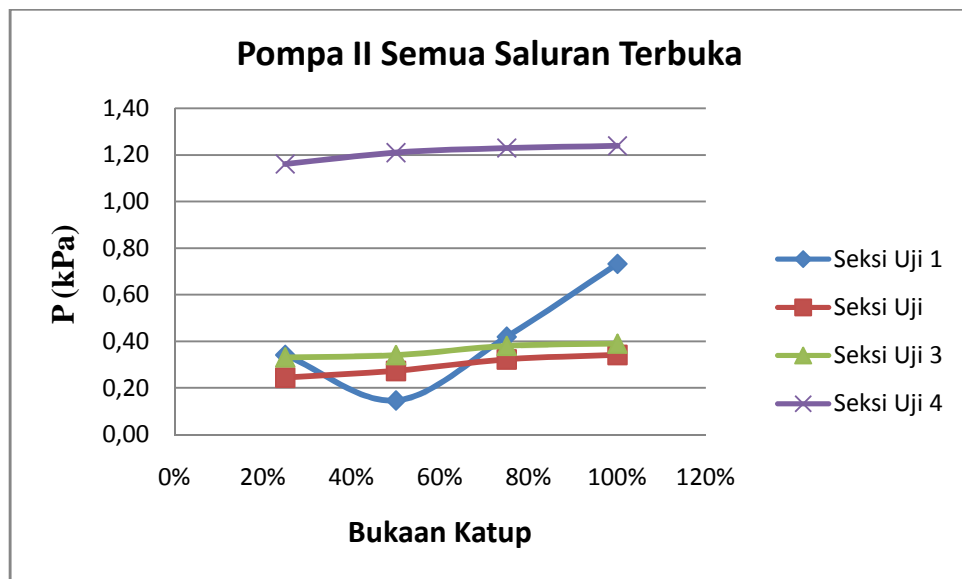
Pengujian dilakukan untuk mengetahui penurunan tekanan pada setiap seksi uji. Setiap seksi uji memiliki belokan yang berbeda-beda. Seksi uji 1 hanya berbentuk pipa lurus, seksi uji 2 mempunyai belokan *elbow*  $90^0$  yang berjumlah 4 buah, seksi uji 3 mempunyai belokan *elbow*  $45^0$  yang berjumlah 4 buah, sedangkan seksi uji 4 memiliki belokan kombinasi *elbow*  $45^0$  dan *elbow*  $90^0$  masing-masing berjumlah 4 buah. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan pada kondisi yang sama. Berikut adalah grafik-grafik pengujian penurunan tekanan yang telah dilakukan.



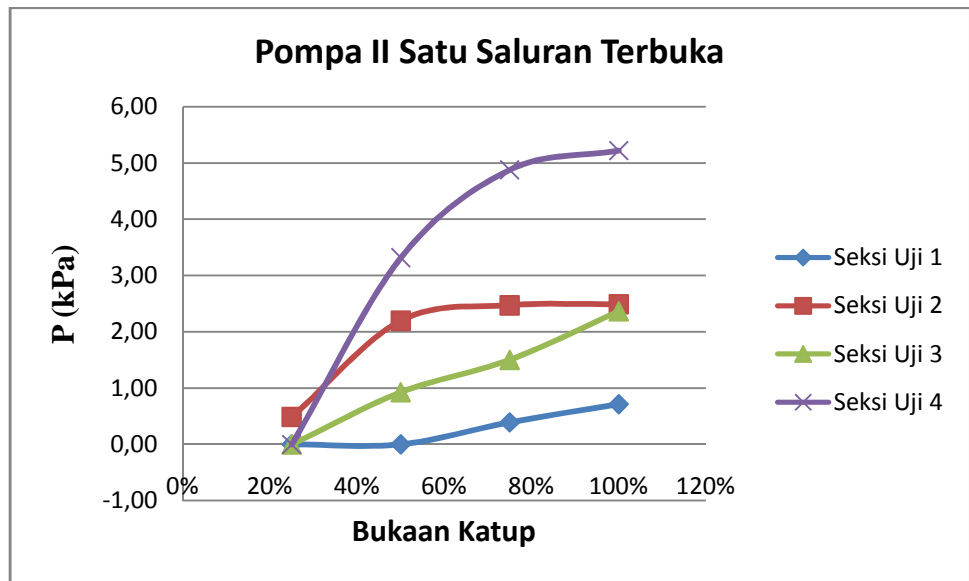
Gambar 4.1 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa I



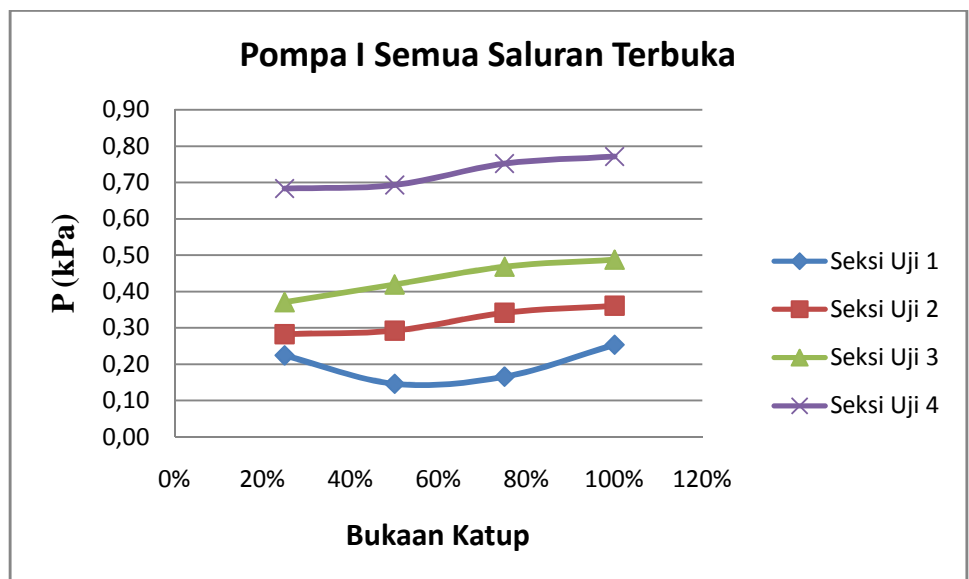
Gambar 4.2 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa I



Gambar 4.3 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa II

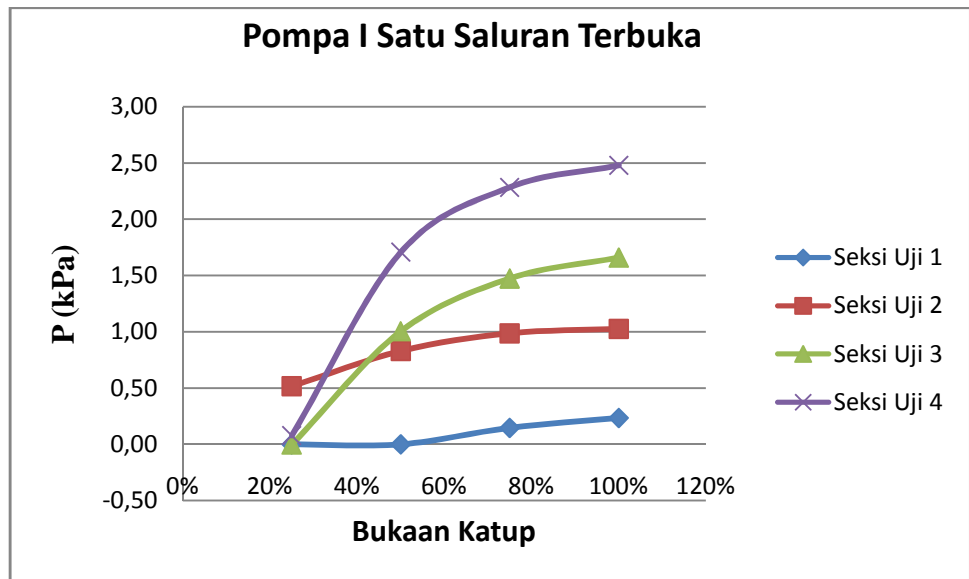


Gambar 4.4 Grafik Pengambilan Data Pertama Pada Pompa II

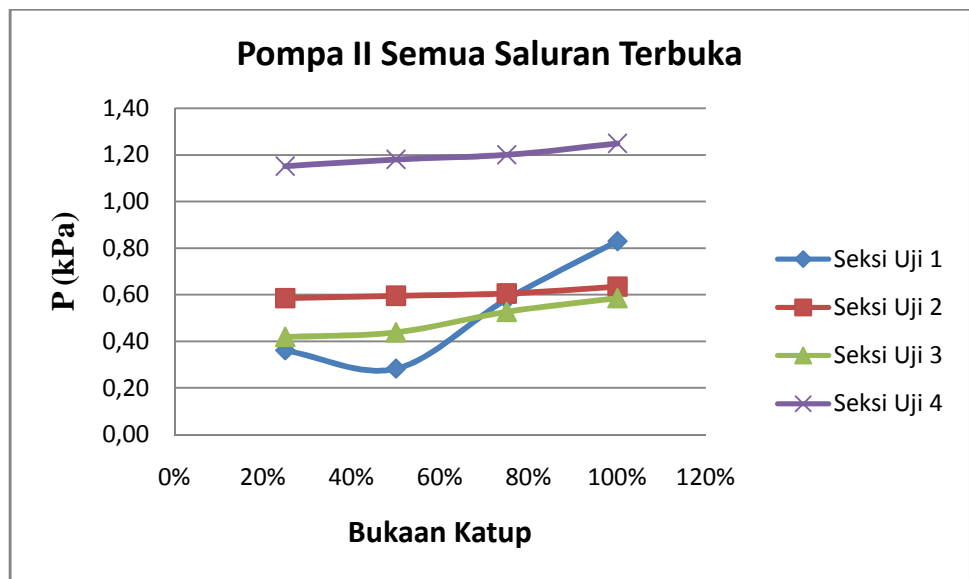


Gambar 4.5 Pengambilan Data Kedua Pada Pompa I

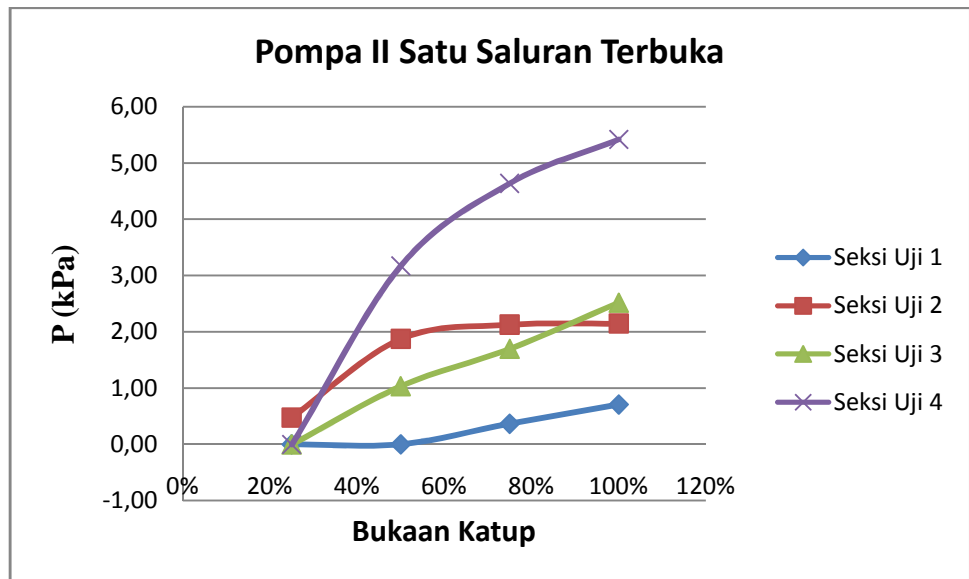




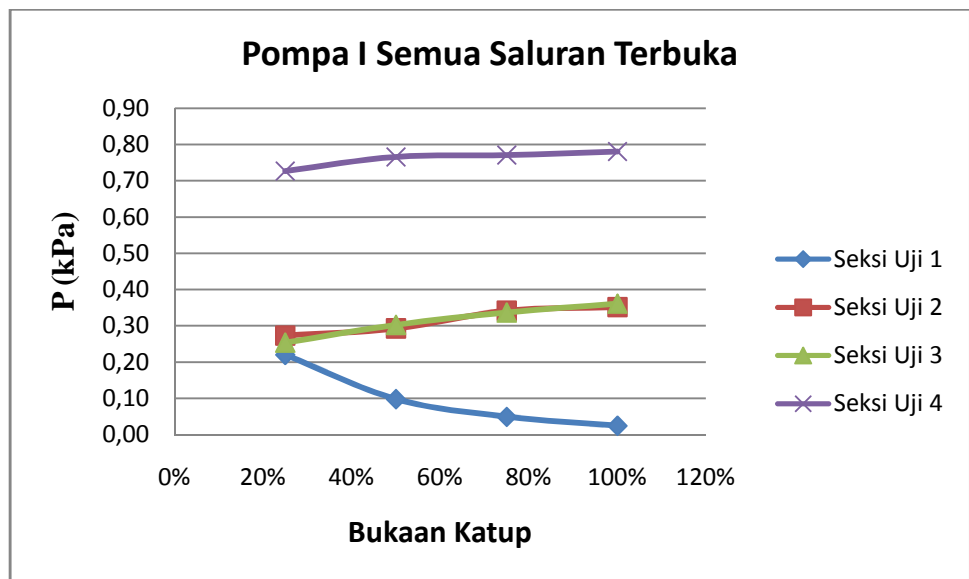
**Gambar 4.6 Grafik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa I**



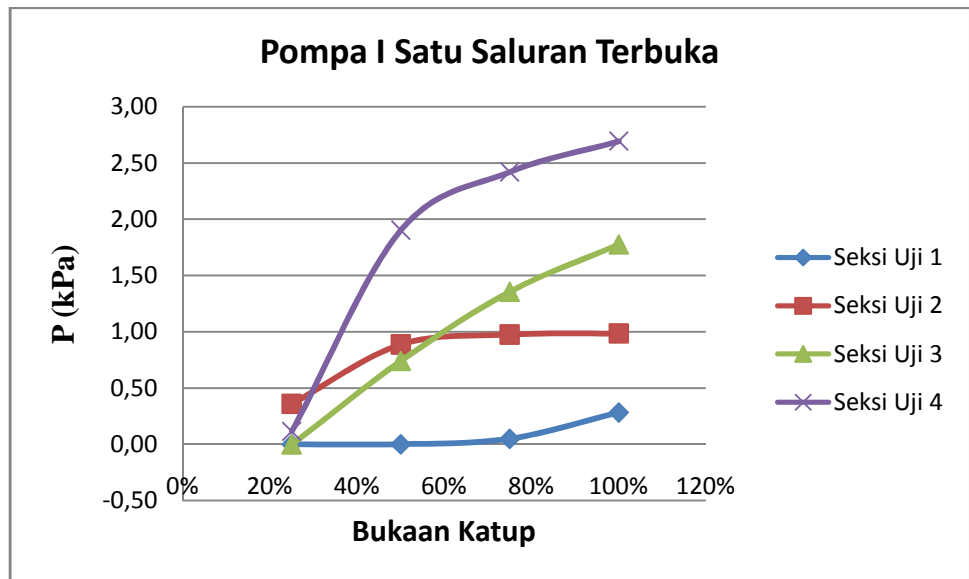
**Gambar 4.7 Grafik Pengambilan Data Kedua Pada Pompa II**



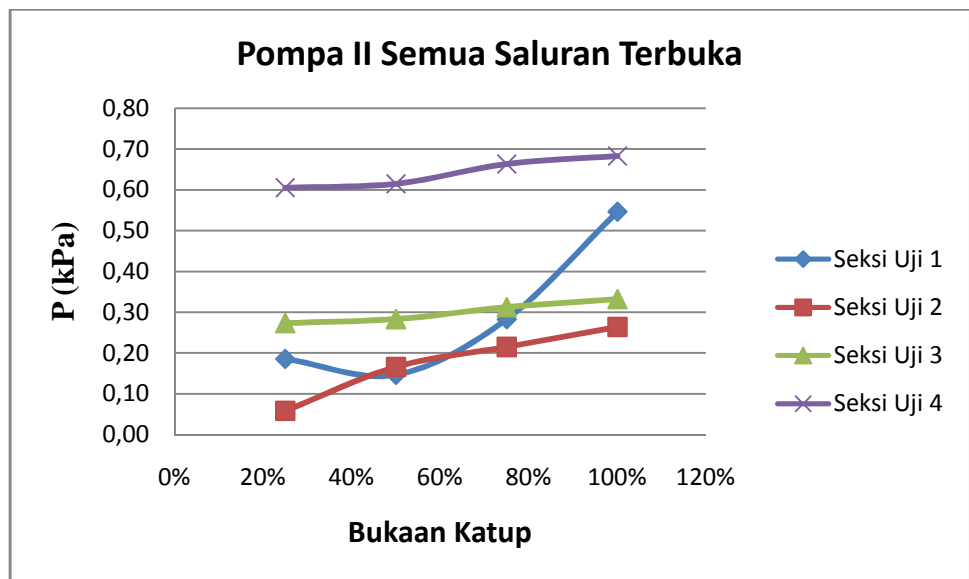
**Gambar 4.8 Pengambilan Data Kedua Pada Pompa II**



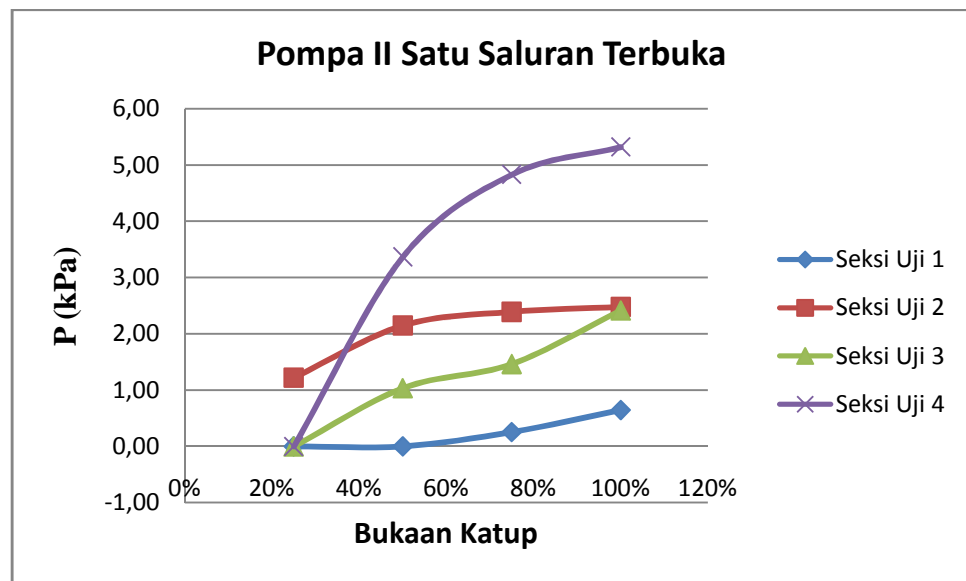
**Gambar 4.9 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa I**



**Gambar 4.10 Grafik Pengambilan Ketiga Pada Pompa I**



**Gambar 4. 11 Grafik Pengambilan Pada Pompa II**

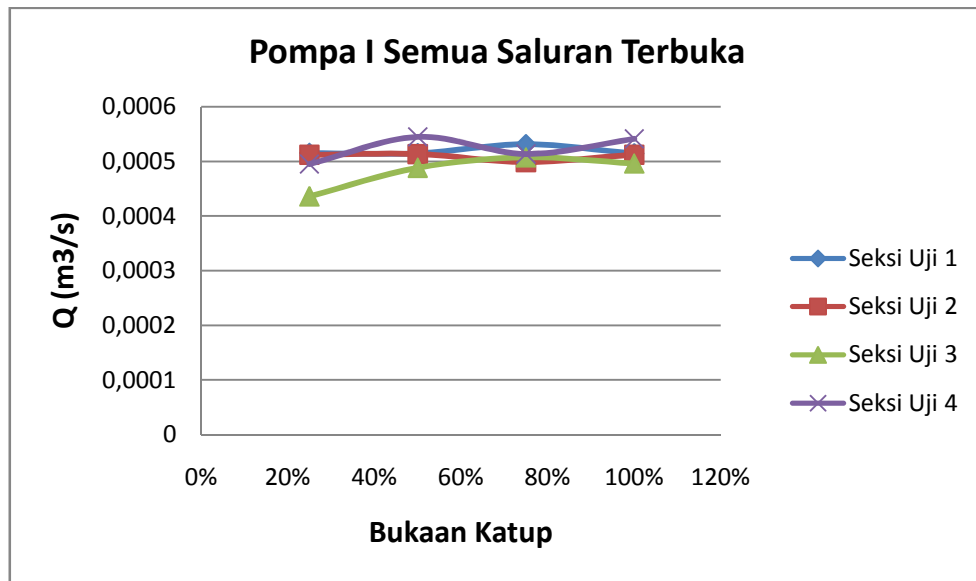


Gambar 4. 12 Grafik Pengambilan Data Ketiga Pada Pompa II

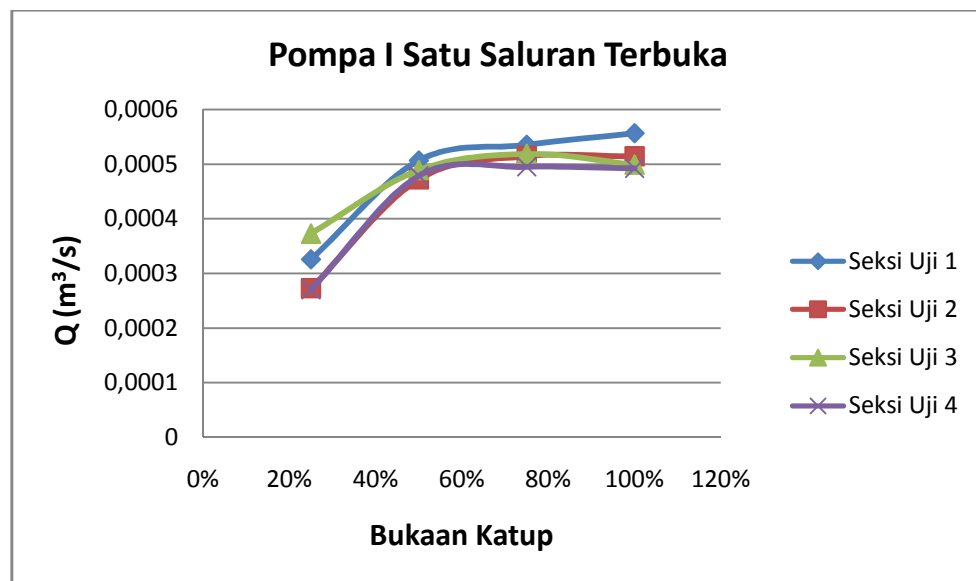
Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali pengulangan maka dapat dihitung rata-ratanya.

## 2. Pengujian Debit dan Kecepatan Aliran Fluida.

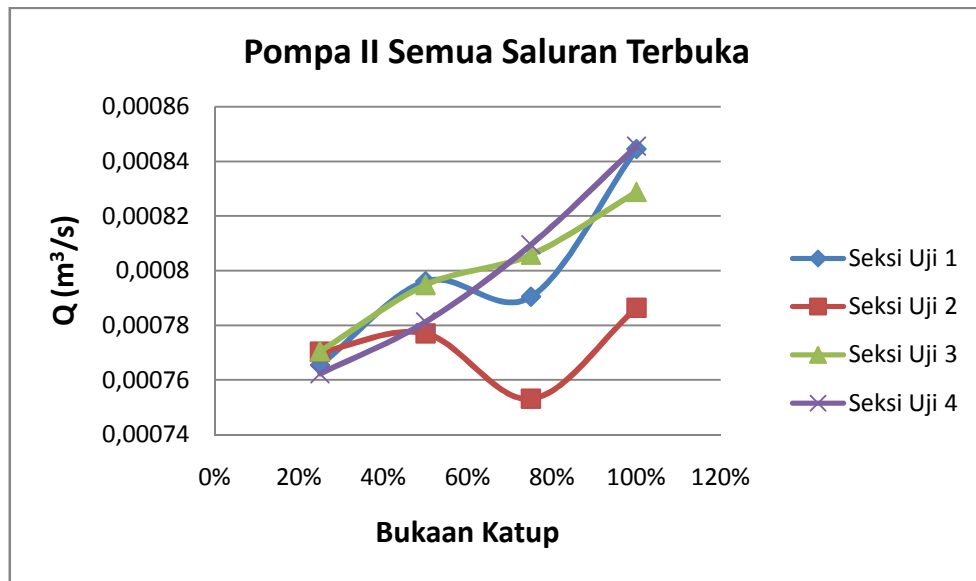
Pengujian debit air yang dihasilkan dari setiap jenis seksi uji yang berbeda juga dilakukan sebanyak tiga kali pengambilan data. Sama halnya dengan pengujian penurunan tekanan. Berikut adalah tabel tabel pengujian debit air.



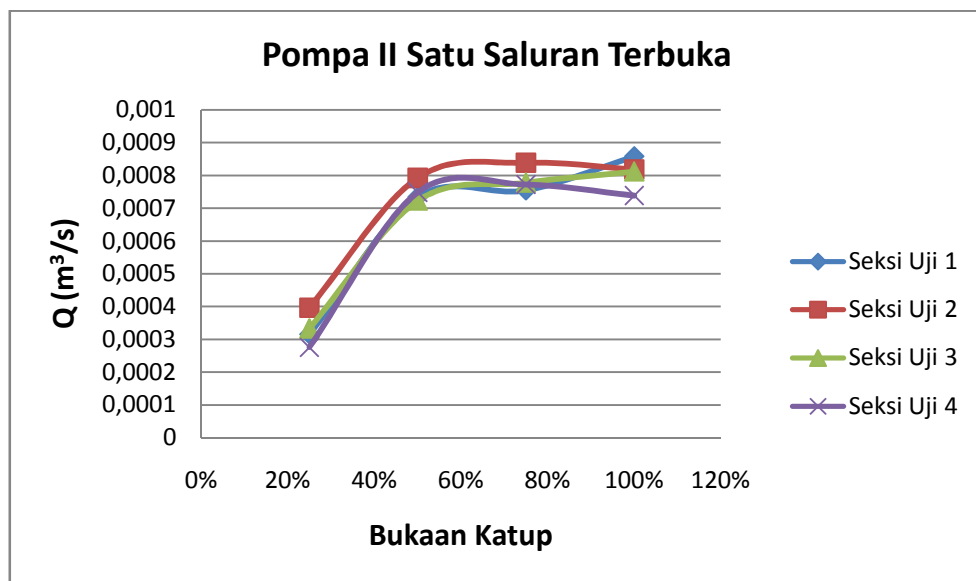
Gambar 4. 13 Grafik Debit Rata-Rata Pompa I



Gambar 4. 14 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa I



Gambar 4. 15 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa II



Gambar 4. 16 Grafik Debit Rata-Rata Pada Pompa II

## B. Pembahasan

### 1. Pehitungan Penurunan Tekanan

Setelah kita mendapatkan data rata-rata dari penurunan tekanan untuk keempat jenis seksi uji dan 2 jenis pompa yang berbeda, maka kita lanjutkan dengan perhitungan penurunan tekanan dimana,

$$\Delta P = \rho g h \quad (4.1)$$

$\Delta P$  = Selisih Tekanan (Pa)

$\rho$  = Berat Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = Gravitasi Bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$h$  = Tinggi Tekan ( $\text{cmH}_2\text{O}$ )

Sebagai contoh salah satu angka yang ada dalam tabel rata-rata lalu kita masukkan ke dalam rumus seperti diatas :

- Penurunan tekanan pada seksi uji 4 yang terdiri dari kombinasi *elbow*  $45^\circ$  dan  $90^\circ$ , Pompa I dan bukaan katup 100%. Berat jenis air pada suhu  $30^\circ$  sebesar  $996 \text{ kg/m}^3$ .

$$\begin{aligned} \Delta P &= 996 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,024 \text{ Pa} \\ &= 237,51 \text{ Pa} = 0,24 \text{ kPa.} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Perhitungan Penurunan Tekanan

Pompa I					
Jenis Saluran	Bukaan Katup	Seksi Uji 1 Major Losses	Seksi Uji2 Minor Losses	Seksi Uji 3 Minor Losses	Seksi Uji 4 Minor Losses
		$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)
Semua Saluran Terbuka	25%	0,24	0,22	0,32	0,70
	50%	0,10	0,28	0,37	0,72
	75%	0,11	0,33	0,40	0,75
	100%	0,16	0,34	0,43	0,75
Satu Saluran Terbuka	25%	-	0,48	-	0,16
	50%	-	0,90	0,81	1,97
	75%	0,08	0,99	1,23	2,39
	100%	0,24	1,02	1,54	2,63

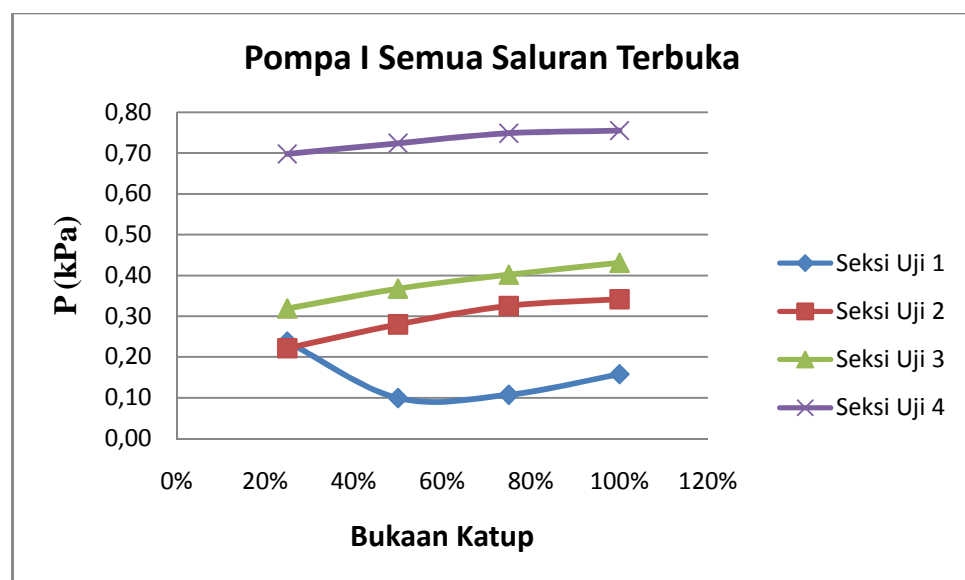
Tabel 4.2 Perhitungan Penurunan Tekanan

Pompa II					
Jenis Saluran	Bukaan Katup	Seksi Uji 1 Major Losses	Seksi Uji2 Minor Losses	Seksi Uji 3 Minor Losses	Seksi Uji 4 Minor Losses
		$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)	$\Delta \frac{k}{P}$ (kPa)
Semua Saluran Terbuka	25%	0,30	0,30	0,34	0,97
	50%	0,19	0,34	0,35	1,00
	75%	0,43	0,38	0,41	1,03
	100%	0,70	0,41	0,44	1,06
Satu Saluran Terbuka	25%	-	0,73	-	-

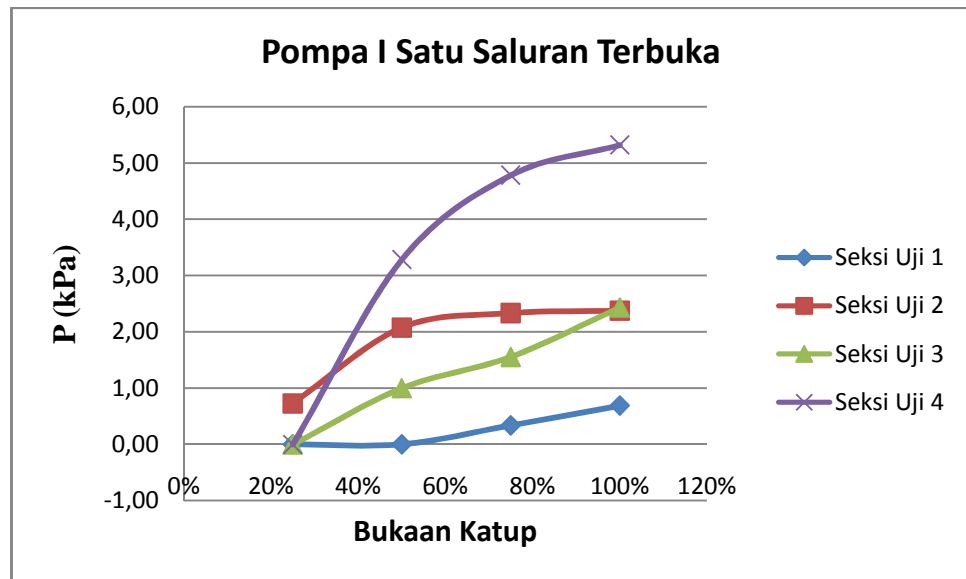


<b>Saluran Terbuka</b>	<b>50%</b>	-	2,07	1,00	3,29
	<b>75%</b>	0,34	2,33	1,56	4,78
	<b>100%</b>	0,69	2,37	2,42	5,32

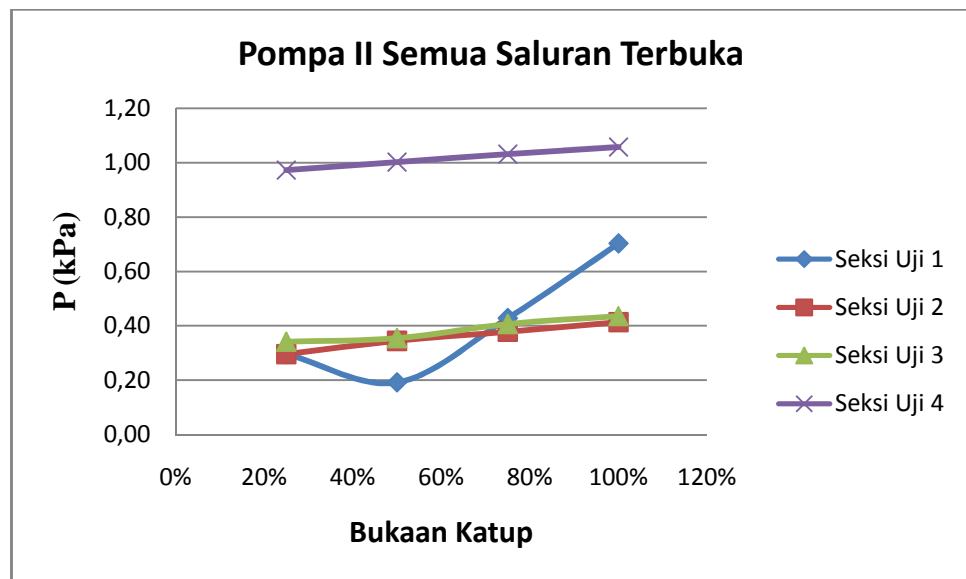
Pada bagian kolom yang tidak berisi angka itu disebabkan karena adanya gejala *water hammer*. Gejala itu menyebabkan terjadi kebisingan di daerah pipa yang mengalami benturan air dan dengan seketika kinerja pompa juga menurun. Hal ini menyebabkan penurunan tekanan tidak dapat diukur dan debit sangat kecil. Agar lebih jelas melihat penurunan tekanan maka berikut adalah grafik-grafik yang menggambarkan perbedaan semua saluran terbuka dengan hanya satu saluran terbuka di setiap seksi uji dan dengan pompa yang berbeda.



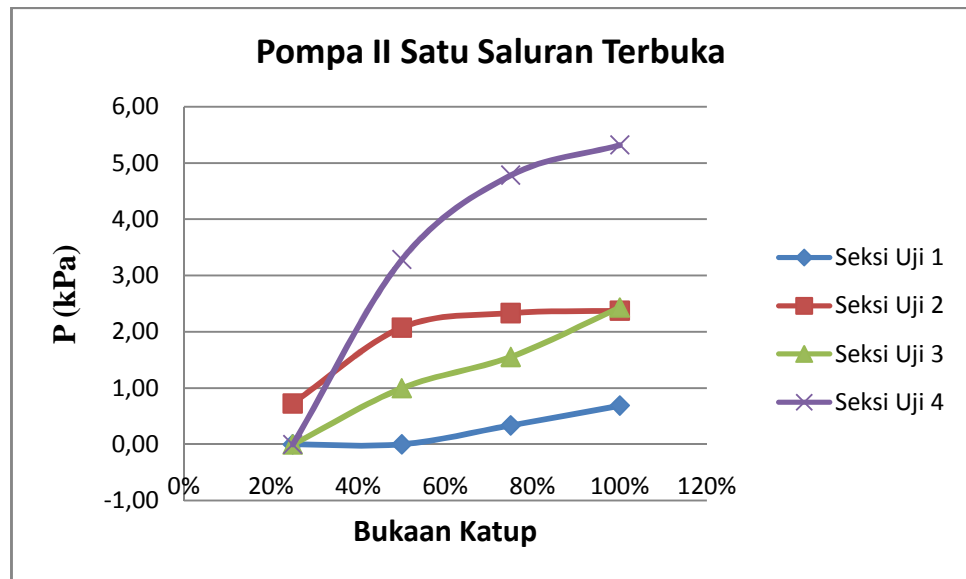
**Gambar 4.17** Penurunan Tekanan pada Pompa I Semua Saluran Terbuka



Gambar 4. 18 Penurunan Tekanan pada Pompa I Satu Saluran Terbuka



Gambar 4. 19 Penurunan Tekanan pada Pompa II Semua Saluran Terbuka



Gambar 4. 20 Penurunan Tekanan pada Pompa II Satu Saluran Terbuka

## 2. Perhitungan Kecepatan Aliran

Untuk menghitung kecepatan aliran kita dapat menggunakan rumus

$$V = \frac{Q}{A} \quad (4.2)$$

Dimana :

V = Kecepatan Aliran (m/s).

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/s).

A = Luas Penampang Pipa (m<sup>2</sup>).

Contoh perhitungan :

Debit air yang dihasilkan pada satu saluran terbuka Seksi uji 4 Pompa

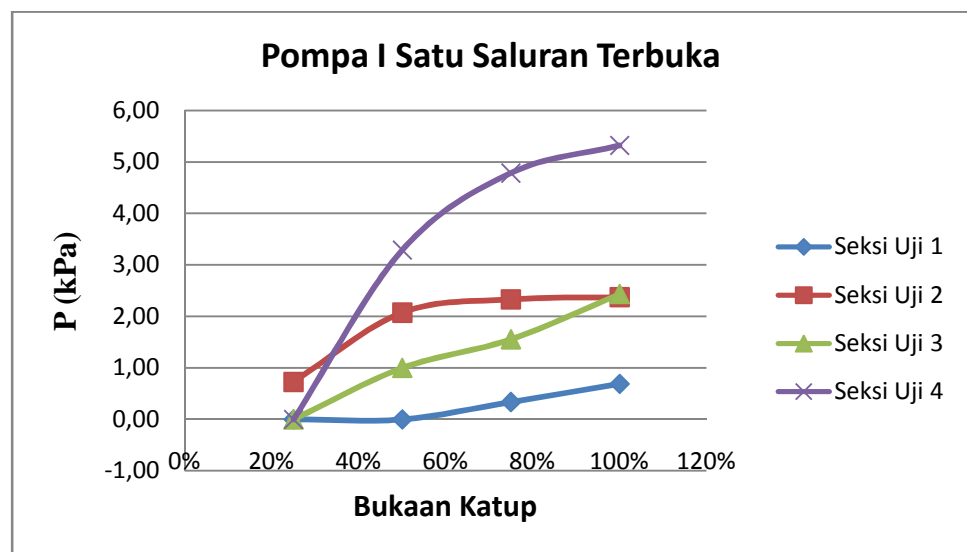
II yaitu

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{0,000738 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00049 \text{ m}^2} \\
 &= 1,51 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

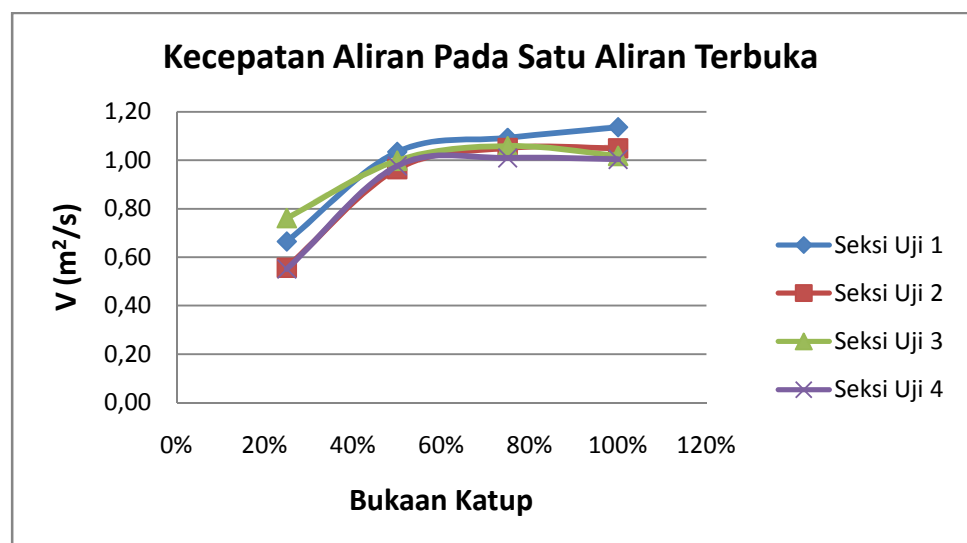
Setelah melihat tabel di atas kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan jumlah belokan. Semakin banyak jumlah belokan maka semakin rendah nilai kecepatan aliran.

### 3. Hubungan Antara Penurunan Tekanan dengan Kecepatan Aliran.

Setelah kita menghitung penurunan tekanan dan kecepatan aliran setiap seksi uji maka kita dapat membandingkannya dengan grafik-grafik berikut ini :



Gambar 4. 21 Grafik Penurunan Tekanan



Gambar 4. 22 Grafik Kecepatan Aliran

Setelah membandingkan kedua grafik di atas yakni grafik penurunan tekanan dengan grafik kecepatan aliran. Pada Garis Seksi Uji 1 pada grafik penurunan tekanan menunjukkan nilai yang rendah, sedangkan pada Garis Seksi Uji 1 pada grafik kecepatan aliran menunjukkan nilai yang tinggi. Hal ini membuktikan semakin minimnya hambatan yang disebabkan oleh belokan maka semakin besar nilai kecepatan aliran. Sedangkan pada Garis Seksi Uji 4 pada grafik penurunan tekanan menunjukkan angka tertinggi, akan tetapi pada Garis Seksi Uji 4 pada grafik kecepatan aliran menunjukkan angka terendah. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyaknya hambatan yang disebabkan oleh belokan maka semakin kecil nilai kecepatan aliran.

#### 4. Perbandingan Perhitungan P Eksperimen dengan P Analisis

Untuk dapat dikatakan suatu penelitian maka perlu adanya pembahasan antara perhitungan eksperimen dengan perhitungan analisis. Untuk pembahasan P Eksperimen sudah dibahas di atas. Sedangkan untuk perhitungan P Analisis kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

Seksi Uji 1 yang tergolong *Major Losses*:

$$\Delta P = \frac{32\mu LV_{avg}}{D^2} \quad (4.3)$$

Seksi Uji 2, 3, dan 4 yang memiliki kombinasi *Major Losses* dan *Minor Losses*:

$$h_{L,total} = \left( f \frac{L}{D} + \sum K_L \right) \frac{V^2}{2g} \quad (4.4)$$

Contoh perhitungan pada Seksi Uji 1 Pompa I Bukaannya Katup 50% pada Satu

Saluran Terbuka :

Diketahui :

$$\mu = 0,000799 \text{ Ns/m}^2 \text{ (kita peroleh dari tabel viskositas air)}$$

$$L = 0,8 \text{ m}$$

$$V = 1,03 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (kita peroleh dari tabel kecepatan aliran)}$$

$$D^2 = 0,0625 \text{ m}$$

Rumus yang digunakan adalah *Mayor Losses* :

$$\Delta P = \frac{32 \cdot 0,000799 \cdot 0,8 \cdot 1,03}{0,0625}$$

$$P = 0,34 \text{ kPa}$$

Contoh Perhitungan Seksi Uji 2 Pompa II Bukaannya Katup 100% pada Satu

Saluran Terbuka :

Diketahui :

$$\mu = 0,000799 \text{ Ns/m}^2 \text{ (kita peroleh dari tabel viskositas air)}$$

$$V = 1,67 \text{ m}^2/\text{s} \text{ (kita peroleh dari tabel kecepatan aliran)}$$

$$L = 0,095 \text{ m} \qquad g = 9,8 \text{ m/s}$$

$$D = 0,25 \text{ m} \qquad K_L T = 2,0$$

$$K_L \text{ Elbow } 90^\circ = 0,9 \quad f = 0,00012$$

Rumus yang digunakan adalah *Mayor Losses* dan *Minor Losses* :

$$\Delta P = \frac{32.0,000799.0,095.1,67}{0,0625}$$

$$\Delta P = 0,06 \text{ kPa (Mayor Losses)}$$

$$h_{L,total} = \left( 0,00012 \frac{0,095}{0,25} + (0,9.4) + (2,0.2) \right) \frac{1,67^2}{2(9,8)}$$

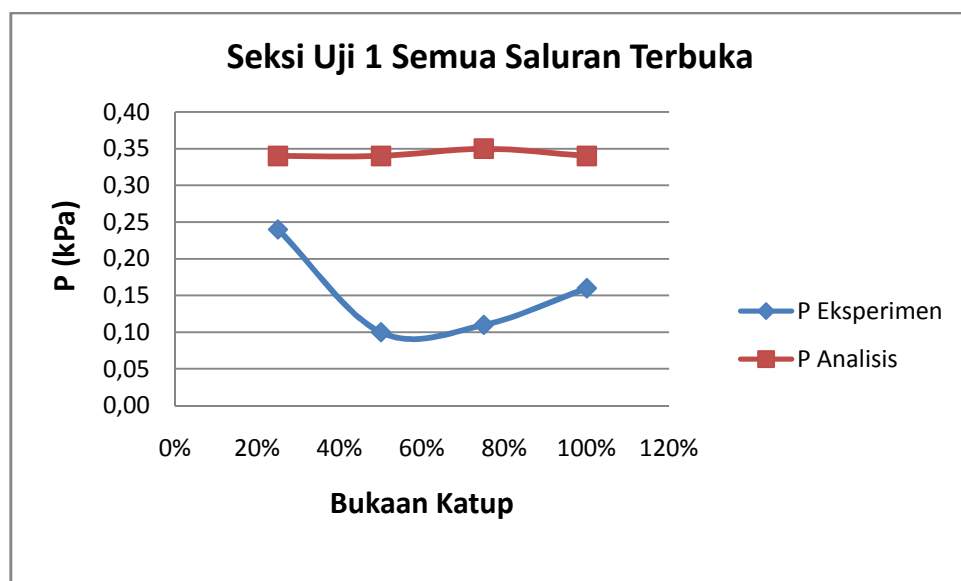
$$h_{L,total} = 1,08 \text{ kPa (Minor Losses)}$$

Kemudian kita jumlahkan hasil dari perhitungan rumus Mayor Losses dan Minor

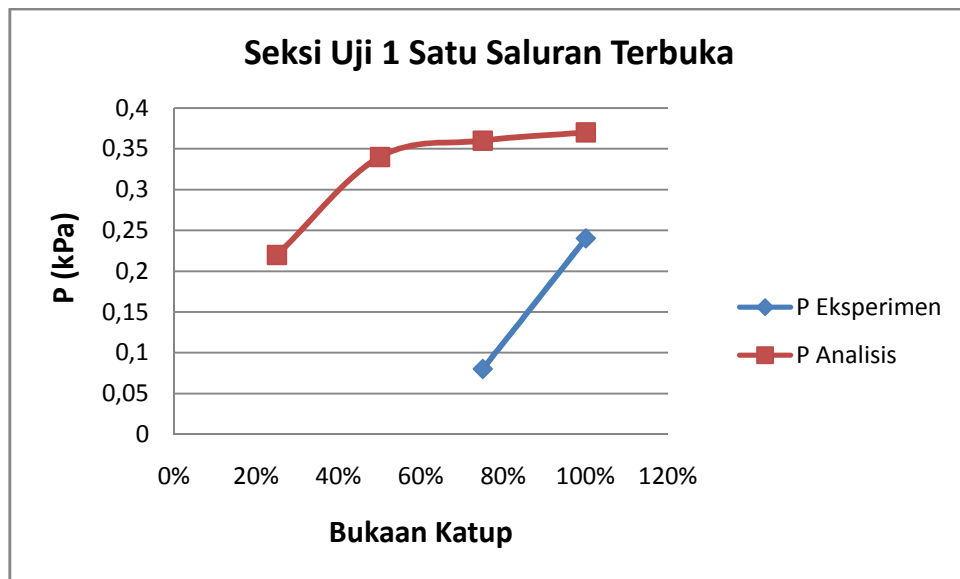
Losses :

$$P \text{ Analisis} = 0,06 \text{ kPa} + 1,08 \text{ kPa}$$

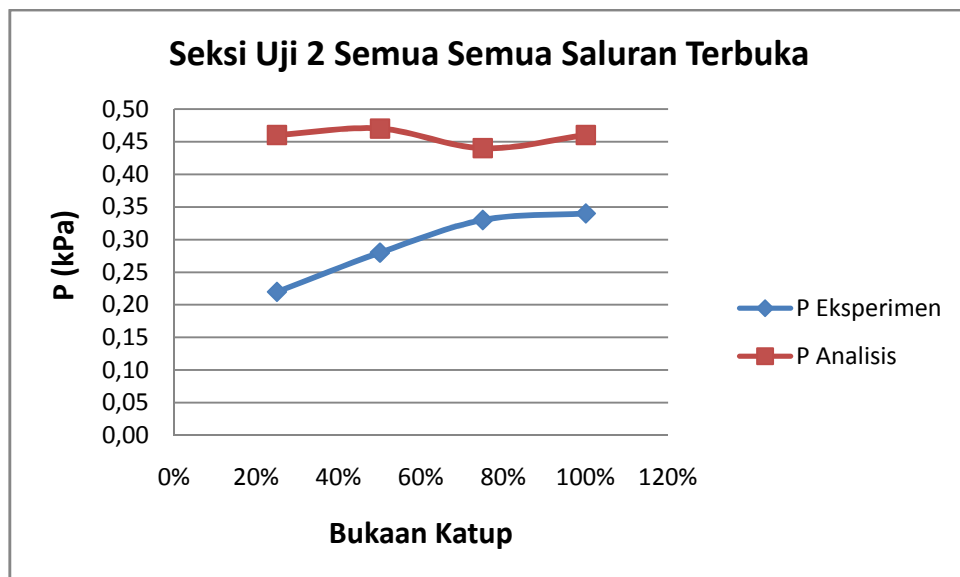
$$= 1,15 \text{ kPa.}$$



Gambar 4. 23 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

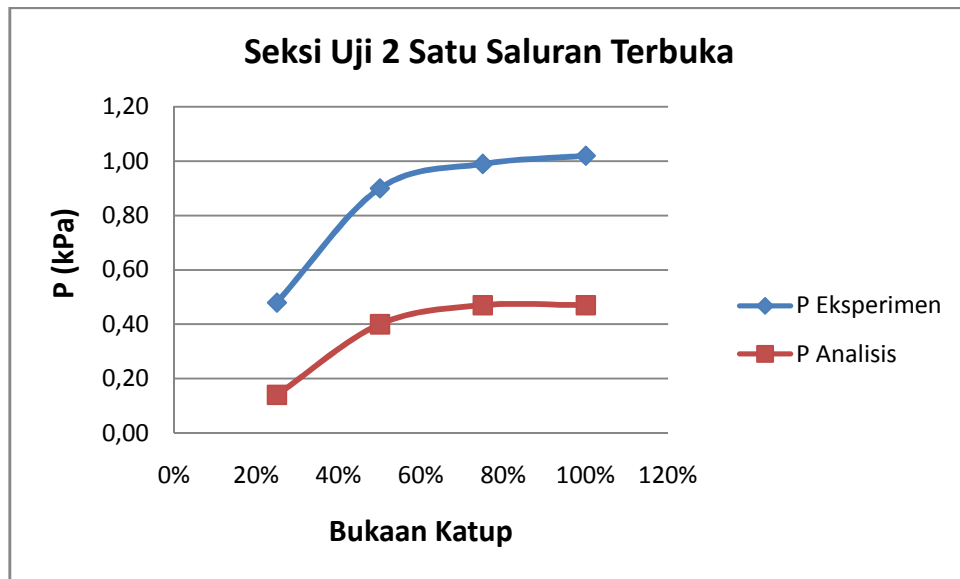


Gambar 4. 24 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

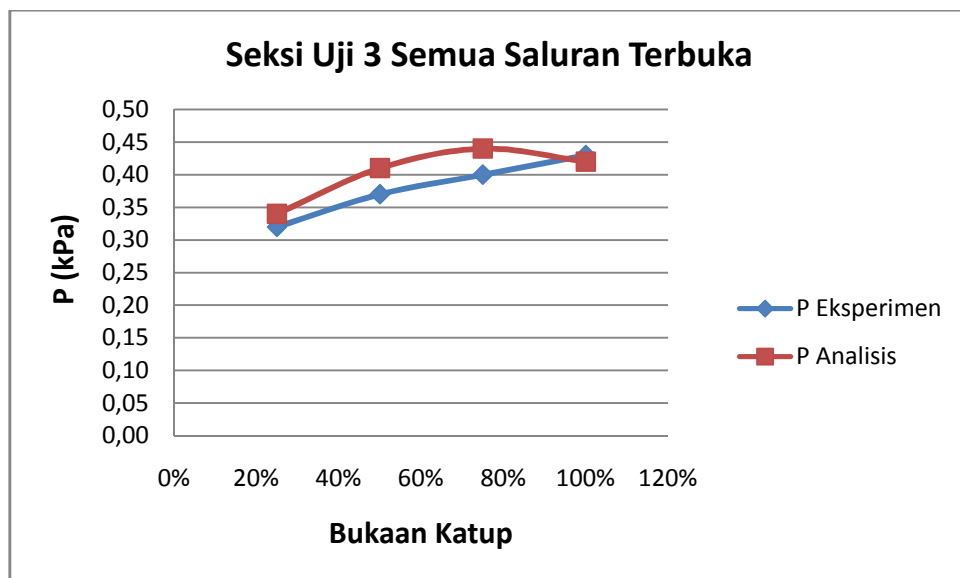


Gambar 4. 25 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

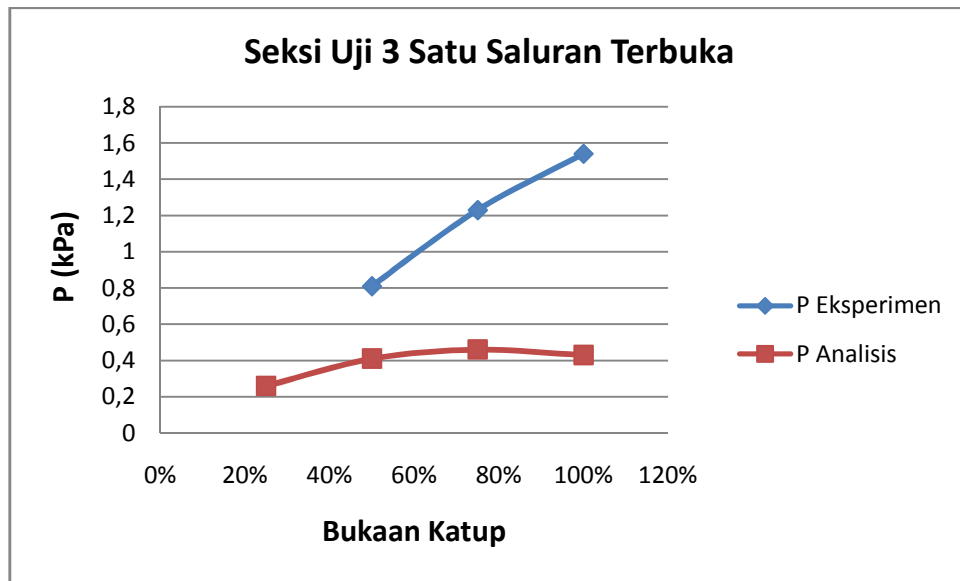




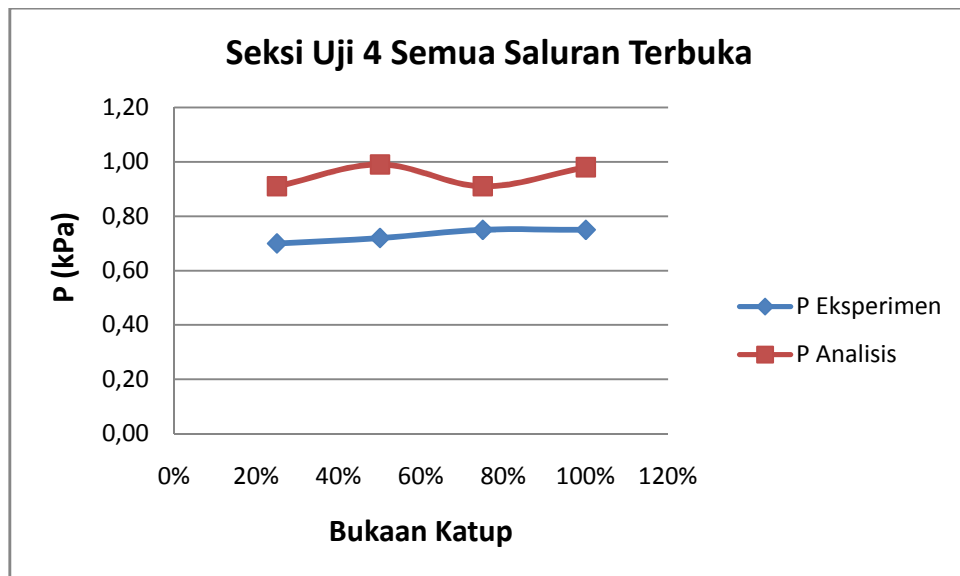
Gambar 4. 26 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



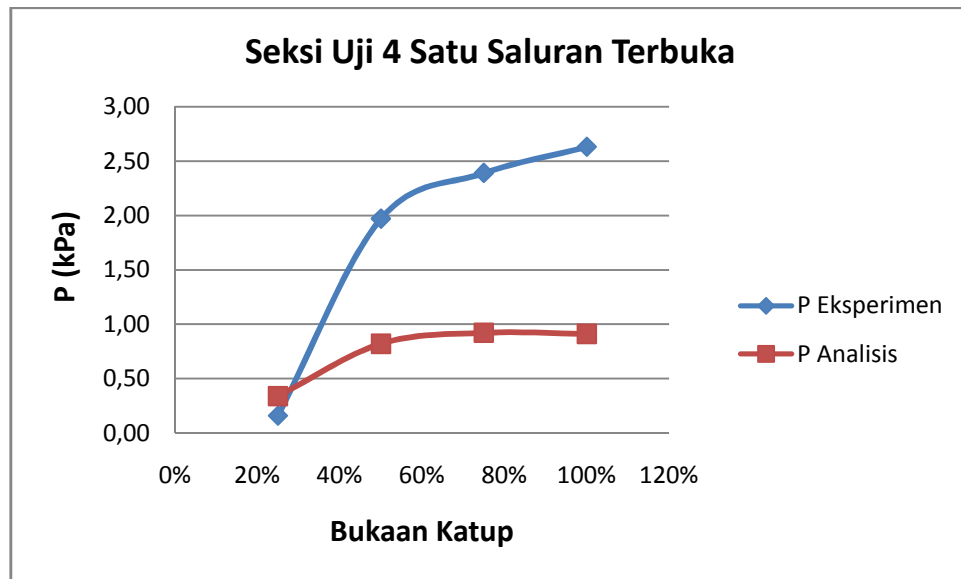
Gambar 4. 27 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



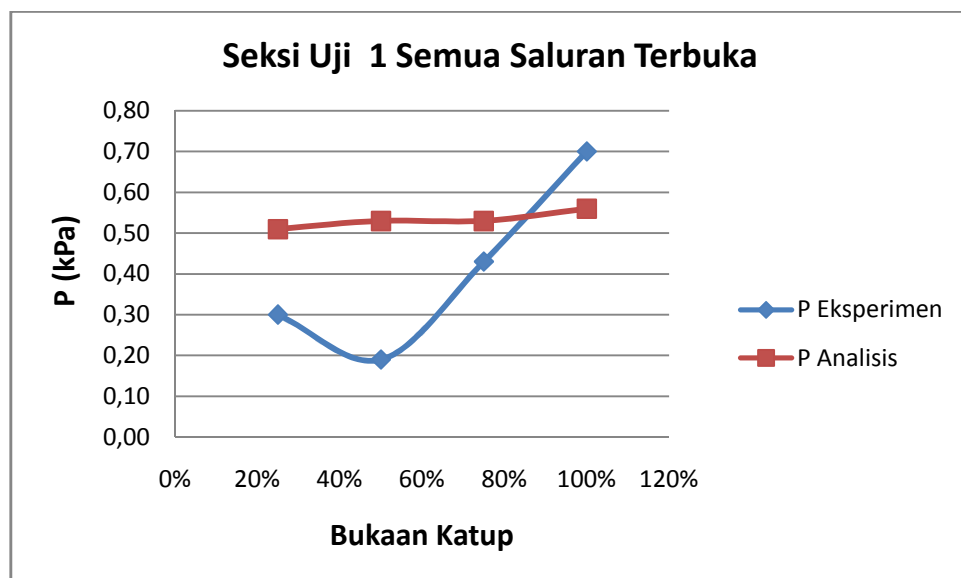
Gambar 4. 28 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



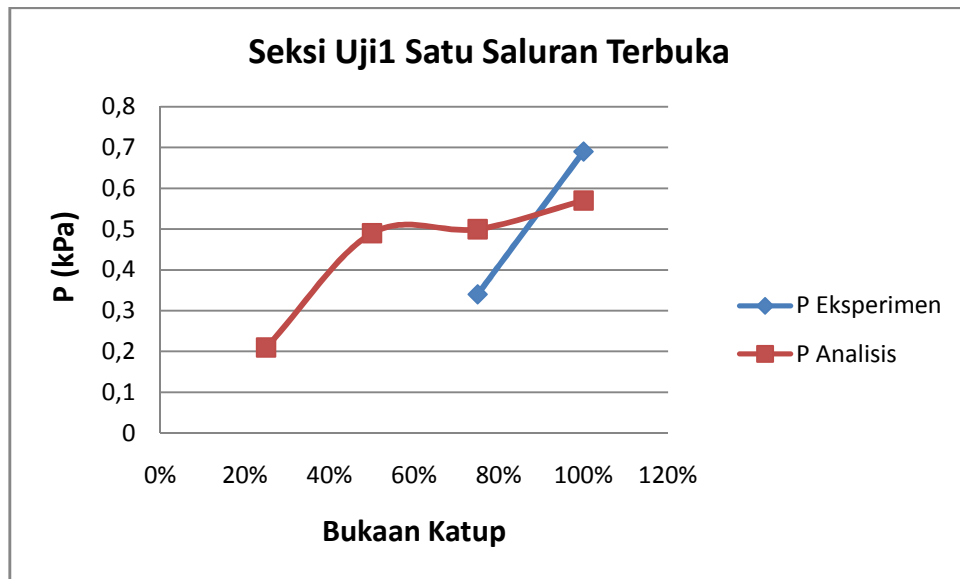
Gambar 4. 29 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



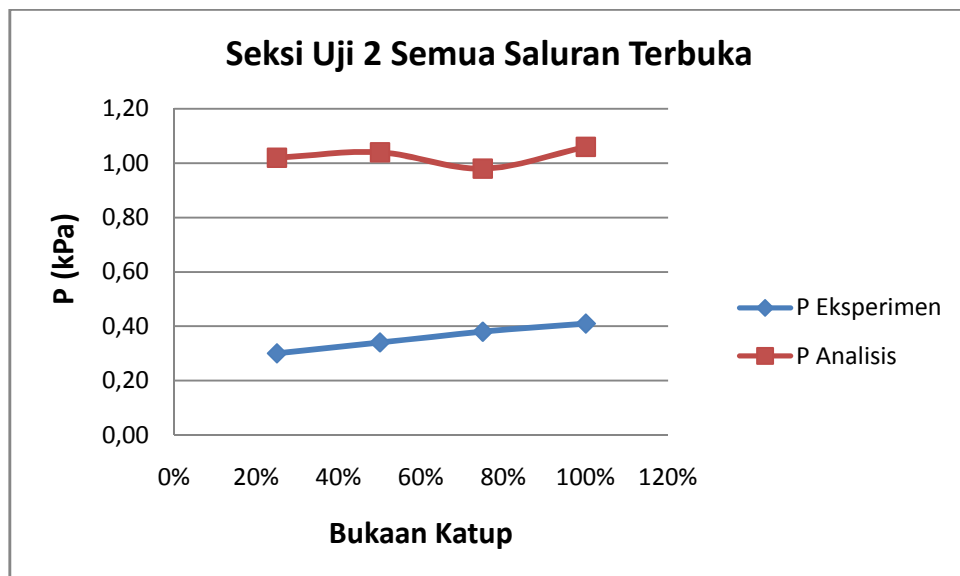
Gambar 4. 30 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I



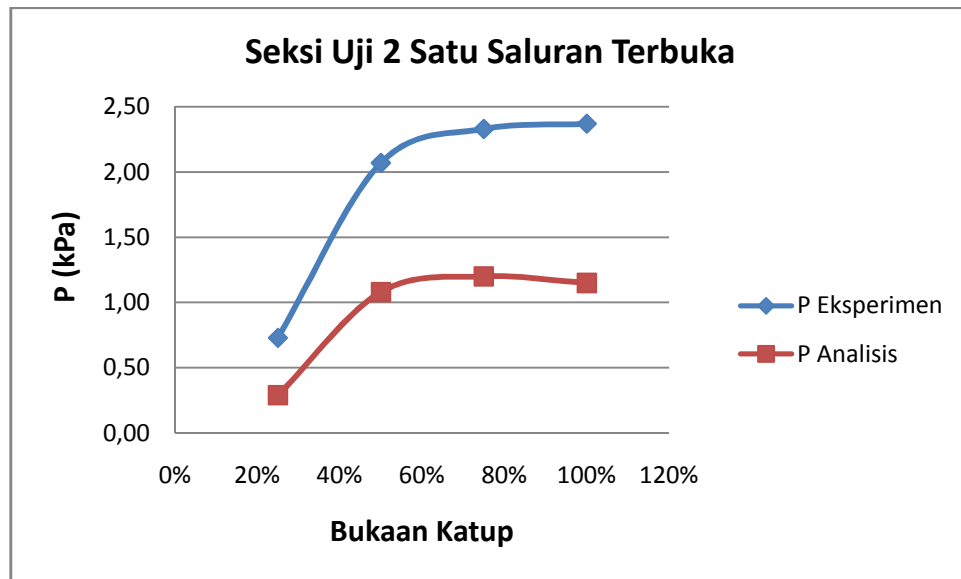
Gambar 4. 31 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



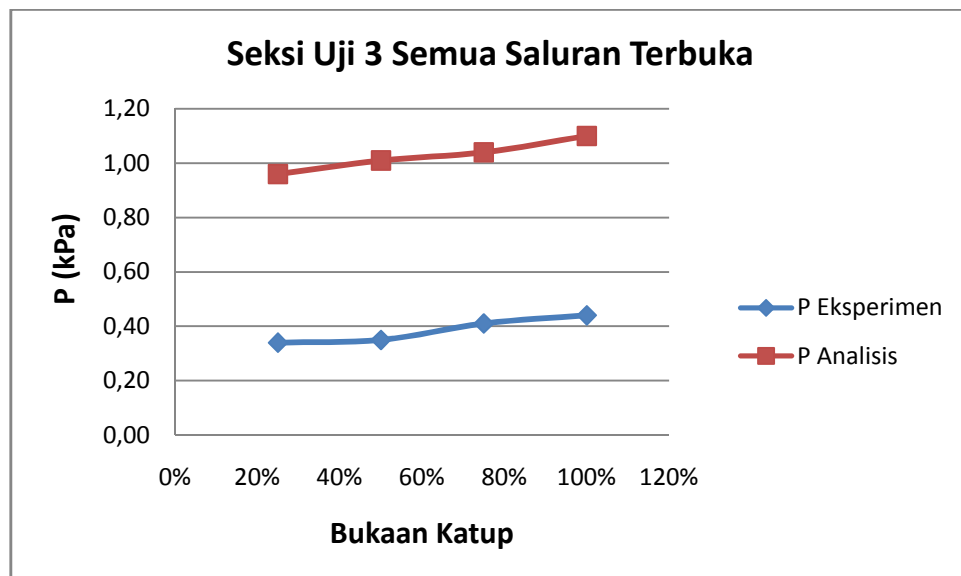
Gambar 4. 32 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



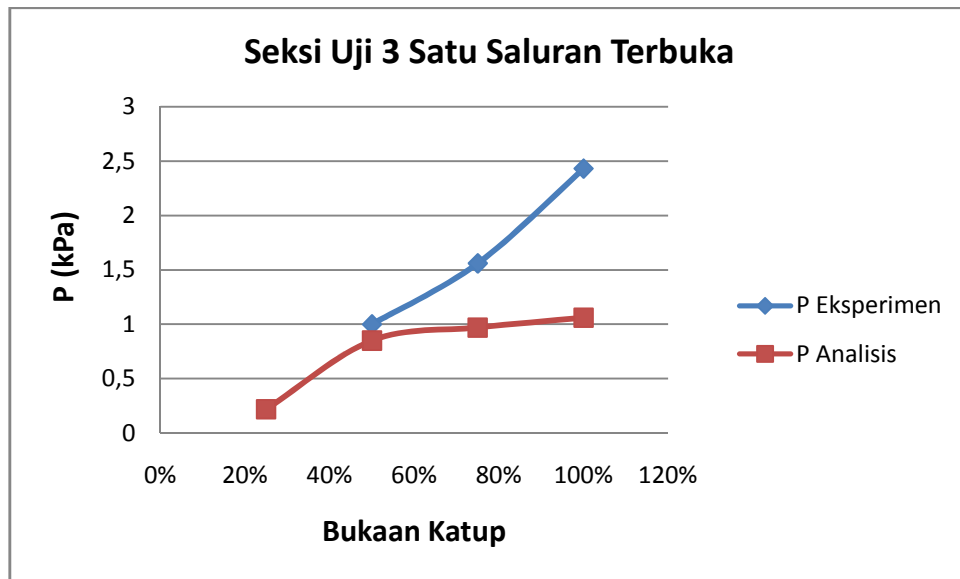
Gambar 4. 33 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



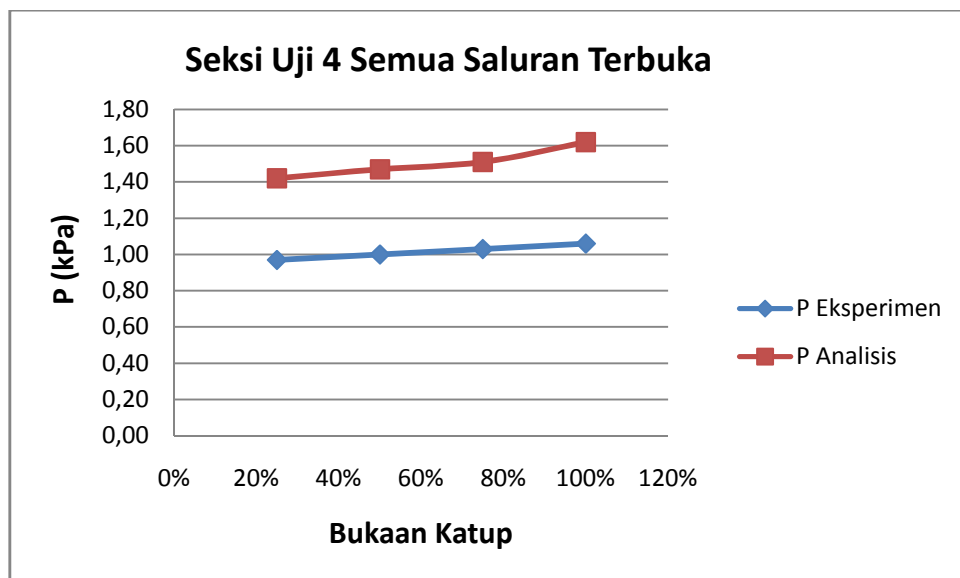
Gambar 4. 34 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



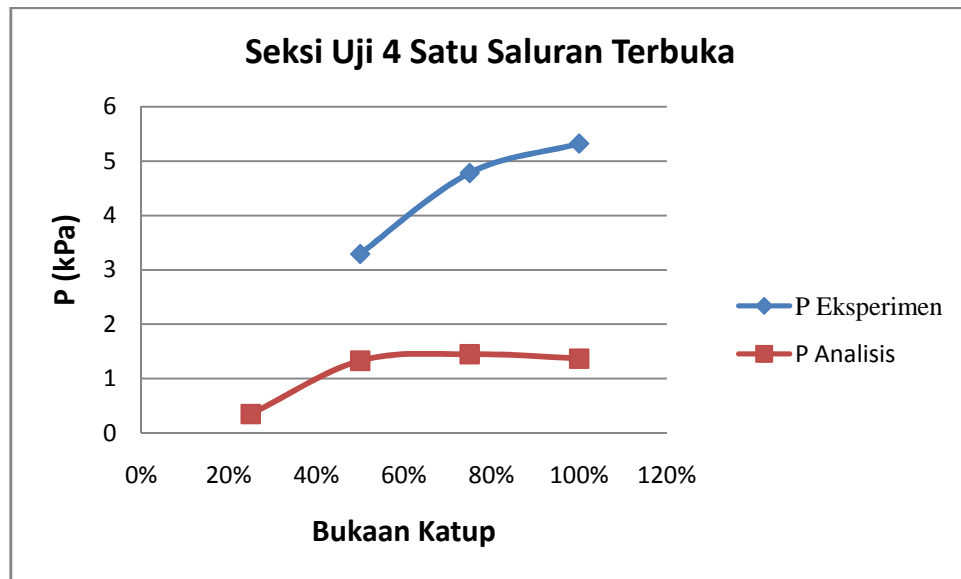
Gambar 4. 35 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



Gambar 4. 36 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



Gambar 4. 37 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II



**Gambar 4. 38 Perbandingan P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II**  
 Pada grafik menunjukkan terjadi perbedaan yang signifikan pada jenis pengujian satu saluran terbuka. Hal ini dapat dibuktikan posisi garis grafik P Eksperimen berada di atas garis grafik P Analisis.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh data-data sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan tekanan berbanding lurus dengan jumlah hambatan yang disebabkan oleh belokan belokan. Penurunan tekanan juga mempengaruhi debit air. Penurunan tekanan berbanding terbalik dengan debit air. Semakin tinggi nilai penurunan tekanan maka semakin kecil debit air yang dihasilkan.

Adapun hubungan antara penurunan tekanan dengan kecepatan aliran adalah berbanding terbalik. Semakin tingginya  $P$  maka nilai kecepatan aliran semakin rendah. Penyebab rendahnya kecepatan aliran karena fluida mengalami hambatan pada setiap belokan. Fluida yang melewati belokan akan menghasilkan aliran turbulen. Pada belokan yang mengalami turbulen karena terjadinya benturan fluida tersebut akan menghasilkan suara gemericik. Pada bagian tertentu adapula yang tidak bisa dilakukan pengukuran tekanan dikarenakan timbulnya fenomena *water hammer* yang disebabkan oleh benturan air yang mengalami penyempitan ruang aliran sehingga kinerja pompa tidak maksimal. Sehingga debit yang dihasilkan sangat kecil sekali.

#### B. Saran

Pada penghubung tabung U atau selang ukur yang digunakan untuk pengukuran masih menggunakan baut yang terbuat dari material yang mudah



korosi jika terkena air. Hal ini menyebabkan penyumbatan oleh karat ataupun kotoran yang tentunya mengganggu fluida dalam mendorong udara yang masuk ke selang ukur sehingga cukup menghambat dalam proses pengujian penurunan tekanan. Selain itu dalam setiap pengambilan data, selang ukur harus dikalibrasi terlebih dahulu sampai kedua fluida tersebut sejajar dengan cara memijat selang agar udara yang tersisa terbuang. Hal ini cukup membutuhkan banyak waktu. Apabila kedua fluida belum rata maka pengambilan data dianggap tidak valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sularso. 1983. "*Pompa & Kompresor*". Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Edwards, Hicks. 1996. "*Teknologi Pemakaian Pompa*". Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Church, Ausitin H.1993. "*Pompa dan Blower Sentrifugal*". Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Raswari. 1986. "*Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*". Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sugiyono. 2011. "*Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*". Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Herman. 1984. "*Mekanika Fluida & Mekanika*". Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ven The Chow, 1995. "*Hidrolika Saluran Terbuka*". Penerbit Erlangga, Jakarta.

## LAMPIRAN

Tabel 4.1 Pengambilan Data Pertama

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	2,75	1,1	3,4	7
	<b>50%</b>	0,55	2,6	3,9	7,3
	<b>75%</b>	1,1	3	4,1	7,4
	<b>100%</b>	2	3,2	4,55	7,3
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	X	5,7	X	3
	<b>50%</b>	X	10,2	6,85	23,6
	<b>75%</b>	0,6	10,4	8,7	25,4
	<b>100%</b>	2	10,7	12,1	27,75

Tabel 4.2 Pengambilan Data Kedua

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	2,3	2,9	3,8	7
	<b>50%</b>	1,5	3	4,3	7,1
	<b>75%</b>	1,7	3,5	4,8	7,7

	<b>100%</b>	2,6	3,7	5	7,9
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	5,3	X	0,8
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	8,5	10,3	17,5
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,5	10,1	15,1	23,4
	<b>100%</b>	2,4	10,5	17	25,4

Tabel 4.3 Pengambilan Data Ketiga

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	2,25	2,8	2,6	7,45
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1	3	3,1	7,85
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,5	3,5	3,45	7,9
	<b>100%</b>	0,25	3,6	3,7	8
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	3,7	X	1,2
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	9,1	7,6	19,5
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,5	10	13,9	24,8
	<b>100%</b>	2,9	10,1	18,2	27,6

Tabel 4.4 Hasil Rata-Rata Semua Data

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	2,43	2,27	3,27	7,15
	<b>50%</b>	1,02	2,87	3,77	7,42
	<b>75%</b>	1,10	3,33	4,12	7,67
	<b>100%</b>	1,62	3,50	4,42	7,73
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	X	4,90	X	1,67
	<b>50%</b>	X	9,27	8,25	20,20
	<b>75%</b>	0,87	10,17	12,57	24,53
	<b>100%</b>	2,43	10,43	15,77	26,92

Tabel 4.4 Pengambilan Data Pertama

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	3,5	2,5	3,4	11,9
	<b>50%</b>	1,5	2,8	3,5	12,4
	<b>75%</b>	4,3	3,3	3,9	12,6
	<b>100%</b>	7,5	3,5	4	12,7

<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	5	x	X
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	22,5	9,5	34
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	4	25,3	15,4	50
	<b>100%</b>	7,3	25,5	24,2	53,5

Tabel 4.5 Pengambilan Data Kedua

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	3,7	6	4,3	11,8
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	2,9	6,1	4,5	12,1
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	5,95	6,2	5,4	12,3
	<b>100%</b>	8,5	6,5	6	12,8
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	4,9	x	X
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	19,2	10,6	32,5
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	3,75	21,8	17,4	47,5
	<b>100%</b>	7,25	22	25,8	55,5

Tabel 4.6 Pengambilan Data Ketiga

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1 Major Losses</b>	<b>Seksi Uji2 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 3 Minor Losses</b>	<b>Seksi Uji 4 Minor Losses</b>
		<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>0)</b>

<b>Semua</b>	<b>25%</b>	1,9	0,6	2,8	6,2
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,5	1,7	2,9	6,3
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	2,9	2,2	3,2	6,8
	<b>100%</b>	5,6	2,7	3,4	7
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	12,5	X	X
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	22	10,6	34,5
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	2,6	24,5	15	49,5
	<b>100%</b>	6,6	25,4	24,75	54,5

Tabel 4.8 Pengambilan Data Rata-Rata

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis</b>	<b>Bukaan</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
<b>Saluran</b>	<b>Katup</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	3,03	3,03	3,50	9,97
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,97	3,53	3,63	10,27
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	4,38	3,90	4,17	10,57
	<b>100%</b>	7,20	4,23	4,47	10,83
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	X	7,47	X	X
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	X	21,23	10,23	33,67
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	3,45	23,87	15,93	49
	<b>100%</b>	7,05	24,30	24,92	54,50

Tabel 4.1 Hasil Rata-Rata dari Ketiga Pengujian.

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	2,43	2,27	3,27	7,15
	<b>50%</b>	1,02	2,87	3,77	7,42
	<b>75%</b>	1,10	3,33	4,12	7,67
	<b>100%</b>	1,62	3,50	4,42	7,73
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	X	4,90	X	1,67
	<b>50%</b>	X	9,27	8,25	20,20
	<b>75%</b>	0,87	10,17	12,57	24,53
	<b>100%</b>	2,43	10,43	15,77	26,92

Tabel 4.2 Hasil Rata-Rata dari Ketiga Pengujian.

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>h (cmH<sub>2</sub>O)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	3,03	3,03	3,50	9,97
	<b>50%</b>	1,97	3,53	3,63	10,27
	<b>75%</b>	4,38	3,90	4,17	10,57
	<b>100%</b>	7,20	4,23	4,47	10,83
<b>Satu Saluran</b>	<b>25%</b>	X	7,47	X	X
	<b>50%</b>	X	21,23	10,23	33,67



<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	3,45	23,87	15,93	49
	<b>100%</b>	7,05	24,30	24,92	54,50

Tabel 4.3 Pengambilan Data Pertama.

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,00058	0,00053	0,00026	0,00052
	<b>50%</b>	0,00060	0,00051	0,00047	0,00059
	<b>75%</b>	0,00059	0,00053	0,00051	0,00053
	<b>100%</b>	0,00054	0,00053	0,00050	0,00058
<b>Satu Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,00032	0,00025	0,00051	0,00031
	<b>50%</b>	0,00054	0,00049	0,00048	0,00048
	<b>75%</b>	0,00059	0,00052	0,00051	0,00046
	<b>100%</b>	0,00061	0,00055	0,00053	0,00046

Tabel 4.4 Pengambilan Data Kedua.

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua Saluran Terbuka</b>	<b>25%</b>	0,00050	0,00051	0,00055	0,00051
	<b>50%</b>	0,00051	0,00053	0,00054	0,00056
	<b>75%</b>	0,00051	0,00053	0,00057	0,00053

	<b>100%</b>	0,00053	0,00054	0,00051	0,00058
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00034	0,00030	0,00030	0,00023
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00049	0,00047	0,00051	0,00050
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00054	0,00054	0,00057	0,00053
	<b>100%</b>	0,00055	0,00050	0,00049	0,00054

Tabel 4. 5 Pengambilan Data Ketiga.

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00046	0,00050	0,00050	0,00046
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00043	0,00049	0,00046	0,00049
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00050	0,00044	0,00045	0,00048
	<b>100%</b>	0,00047	0,00047	0,00048	0,00047
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00031	0,00026	0,00031	0,00028
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00049	0,00045	0,00048	0,00045
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00048	0,00048	0,00047	0,00049
	<b>100%</b>	0,00051	0,00049	0,00048	0,0004

Tabel 4.6 Pengambilan Data Pertama

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>

<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00080	0,00075	0,00079	0,00076
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00073	0,00067	0,00079	0,00081
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00076	0,00073	0,00077	0,00079
	<b>100%</b>	0,00092	0,00073	0,00086	0,00084
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00032	0,00049	0,00028	0,00024
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00077	0,00083	0,00070	0,00078
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00084	0,00088	0,00087	0,00086
	<b>100%</b>	0,00087	0,00091	0,00089	0,00074

Tabel 4.7 Pengambilan Data Kedua

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<i>Minor Losses</i> <b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00080	0,00075	0,00075	0,00082
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00086	0,00089	0,00079	0,00081
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00081	0,00074	0,00082	0,00085
	<b>100%</b>	0,00083	0,00081	0,00083	0,00089
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,00029	0,00032	0,00024	0,00035
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00077	0,00074	0,00075	0,00074
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	0,00069	0,00083	0,00070	0,00071
	<b>100%</b>	0,00081	0,00079	0,00075	0,00071

Tabel 4.8 Pengambilan Data Ketiga.

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	0,00070	0,00081	0,00077	0,00071
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00080	0,00077	0,00081	0,00072
	<b>75%</b>	0,00080	0,00079	0,00083	0,00079
<b>Terbuka</b>	<b>100%</b>	0,00078	0,00082	0,00080	0,00081
	<b>25%</b>	0,00034	0,00038	0,00048	0,00023
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	0,00066	0,00081	0,00072	0,00073
	<b>75%</b>	0,00073	0,00081	0,00077	0,00074
<b>Terbuka</b>	<b>100%</b>	0,00089	0,00075	0,00080	0,00076

Tabel 4.19 Hasil Rata-Rata Kecepatan Aliran.

<b>Pompa I</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji 2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<i>Major Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>	<i>Minor Losses</i>
		<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	1,05	1,04	0,89	1,01
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,05	1,05	1	1,11
	<b>75%</b>	1,08	1,02	1,04	1,05

	<b>100%</b>	1,05	1,05	1,01	1,10
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,66	0,56	0,76	0,55
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,03	0,96	1,00	0,98
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,09	1,05	1,06	1,01
	<b>100%</b>	1,14	1,04	1,07	1

Tabel 4.20 Hasil Rata-Rata Kecepatan Aliran.

<b>Pompa II</b>					
<b>Jenis Saluran</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Seksi Uji2</b>	<b>Seksi Uji 3</b>	<b>Seksi Uji 4</b>
		<b>Major Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>	<b>Minor Losses</b>
		<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>V (m/s)</b>
<b>Semua</b>	<b>25%</b>	1,56	1,57	1,57	1,56
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,62	1,59	1,62	1,59
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,61	1,54	1,64	1,65
	<b>100%</b>	1,72	1,60	1,69	1,73
<b>Satu</b>	<b>25%</b>	0,64	0,81	0,68	0,56
<b>Saluran</b>	<b>50%</b>	1,50	1,62	1,48	1,53
<b>Terbuka</b>	<b>75%</b>	1,54	1,79	1,59	1,58
	<b>100%</b>	1,75	1,67	1,66	1,51

Tabel. 4. 21 Perbandingan Antara P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa I

<b>Pengujian</b>	<b>Bukaan Katup</b>	<b>Semua Saluran Terbuka</b>		<b>Satu Saluran Terbuka</b>	
		<b>P Eksperimen</b>	<b>P Analisis</b>	<b>P Eksperimen</b>	<b>P Analisis</b>
		<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>
<b>Seksi Uji 1</b>					

<i>Major Losses</i>	25%	0,24	0,34	X	0,22	
	50%	0,10	0,34	X	0,34	
	75%	0,11	0,35	0,08	0,36	
	100%	0,16	0,34	0,24	0,37	
<b>Seksi Uji 2</b>	25%	0,22	0,46	0,48	0,14	
	<i>Minor Losses</i>	50%	0,28	0,47	0,90	0,40
	75%	0,33	0,44	0,99	0,47	
	100%	0,34	0,46	1,02	0,47	
<b>Seksi Uji 3</b>	25%	0,32	0,34	X	0,26	
	<i>Minor Losses</i>	50%	0,37	0,41	0,81	0,41
	75%	0,40	0,44	1,23	0,46	
	100%	0,43	0,42	1,54	0,43	
<b>Seksi Uji 4</b>	25%	0,70	0,91	0,16	0,34	
	<i>Minor Losses</i>	50%	0,72	0,99	1,97	0,82
	75%	0,75	0,91	2,39	0,92	
	100%	0,75	0,98	2,63	0,91	

Tabel 4. 22 Perbandingan Antara P Eksperimen dengan P Analisis Pada Pompa II

<b>Pengujian</b>	<b>Bukaan</b>	<b>Semua Saluran Terbuka</b>		<b>Satu Saluran Terbuka</b>	
		<b>P Eksperimen</b>	<b>P Analisis</b>	<b>P Eksperimen</b>	<b>P Analisis</b>
<b>Seksi Uji 1</b>	<b>Katup</b>	<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>	<b>(kPa)</b>

<b><i>Major</i></b>	25%	0,30	0,51	X	0,21
<b><i>Losses</i></b>	50%	0,19	0,53	X	0,49
	75%	0,43	0,53	0,34	0,50
	100%	0,70	0,56	0,69	0,57
<b>Seksi Uji 2</b>	25%	0,30	1,02	0,37	0,29
<b><i>Minor</i></b>	50%	0,34	1,04	2,07	1,08
	75%	0,38	0,98	2,33	1,20
<b><i>Losses</i></b>	100%	0,41	1,06	2,37	1,15
	25%	0,34	0,96	X	0,22
<b>Seksi Uji 3</b>	50%	0,35	1,01	1,00	0,85
<b><i>Minor</i></b>	75%	0,41	1,04	1,56	0,97
	100%	0,44	1,10	2,43	1,06
<b>Seksi Uji 4</b>	25%	0,97	1,42	X	0,35
<b><i>Minor</i></b>	50%	1,00	1,47	3,29	1,39
	75%	1,03	1,51	4,78	1,45
<b><i>Losses</i></b>	100%	1,06	1,62	5,32	1,37