

**ANALISA MINOR LOSSES PADA ALAT UJI ALIRAN FLUIDA  
SKALA LABORATORIUM DENGAN PENAMPANG YANG  
BEBEDA**

**SKRIPSI**

**BIDANG MEKANIKA FLUIDA**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FEBRIYAN**  
NIM. 161211188

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN JURUSAN  
TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISA MINOR LOSSES PADA ALAT UJI ALIRAN FLUIDA SKALA**  
**LABORATORIUM DENGAN PENAMPANG YANG BERBEDA**

**SKRIPSI**

BIDANG MEKANIKA FLUIDA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FEBRIYAN**

**NIM : 161211188**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji  
pada tanggal 28 Maret 2022

Dosen Pembimbing 1

(Fuazen, ST., MT)  
NIDN. 11.2208.7301

Dosen Penguji 1

(Eko Sarwono, ST., MT)  
NIDN. 00.1810.6901

Dosen Pembimbing 2

(Gunarto, ST., Eng)  
NIDN. 00.0909.730

Dosen Penguji 2

(Dr. Doddy Irawan, ST., Eng)  
NIDN. 11.1807.8730

Mengetahui  
Kepala Program Studi

(Ir. Eko Julianto, ST., IPM)  
NIDN. 11.1807.8730

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

ANALISIS MINOR LOSSES PADA ALAT UJI ALIRAN FLUIDA SKALA  
LABORATORIUM DENGAN PENAMPANG YANG BEBEDA

Nama Mahasiswa : Febriyan

NIM : 161211188

Program Studi : Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Fuazen, ST., MT

Dosen Pembimbing II : Gunarto, ST., Eng

Dosen Penguji

Dosen Penguji I : Eko Sarwono, ST., MT

Dosen Penguji II : Dr. Doddy Irawan, ST., Eng

Pontinak, 28 Maret 2022

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik

Ir. Eko Julianto, ST., IPM  
NIDN. 11.1807.8730

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah Skripsi ini adlaah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam penulisan naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 28 Maret 2022

**FEBRIYAN**

**NIM. 161211188**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan memanjatkan penuh rasa syukur kehadiran Allah S.W.T serta sholawat dan salam kepada Baginda Nabi Muhammad S.A.W, penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, untuk Bapak **Akhmad Rkhmani** dan ibu saya **Utin Ida Farida** yang telah memberikan dukungan dan senantiasa memberikan semangat serta do'a kepada putranya.
2. Kakak dan adik saya **Arif Erwin** dan **Naja Sagita Putri** yang telah memberikan semangat dan semoga kita semua menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.
3. Bapak **Fuazen, ST., MT** dan **Gunarto, ST., Eng** selaku dosen pembimbing, bapak **Eko Sarwono, ST., MT** dan **Dr. Doddy Irawan, ST., Eng** selaku dosen penguji dan bapak **Ir. Eko Julianto, ST., IPM** selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin terima kasih banyak telah memberikan nasihat dan pengajaran yang berharga, penuh kesabaran dan dukungan selama penulisan Skripsi ini.
4. Seluruh staf dan dosen pengajar Universitas Muhammadiyah Pontianak.
5. Sahabat dan teman dekat yang telah memberikan saran dan masukan.
6. Semua pihak yang telah memberikan sumbangan dalam penulisan Skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

## RINGKASAN SKRIPSI

**Febriyan**, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, 28 Maret 2022, “*Analisa Minor Losses Pada Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium Dengan Penampang Yang Berdeda*” Dosen Pembimbing: Fuazen dan Gunarto.

Dalam sistem perpipaan dapat mempermudah pendistribusian fluida untuk kebutuhan industri maupun untuk keperluan pertanian. Sistem ini umumnya dapat ditemukan pada rangkaian sistem perpipaan untuk keperluan irigasi baik berupa irigasi tetes maupun irigasi *sprinkler*. Pada system aliran fluida sering mengalami Rugi-rugi aliran (*head losses*) pada bagian sambungan dan jenis bahan pipa yang dilalui oleh aliran fluida sehingga mengakibatkan penurunan tekanan disebut rugi mayor (*minor losses*). Penurunan tekanan tersebut dikarenakan fluida yang mengalir mengalami turbulensi yang menimbulkan gesekan pada besar pada dinding pipa disebut rugi mayor (*major losses*). Penelitian ini menggunakan 3 diameter pipa yang berbeda yaitu 1 Inchi,  $\frac{3}{4}$  Inchi dan  $\frac{1}{2}$  Inchi untuk mengetahui *Minor losses* pada masing-masing diameternya dan proses pengolahan data digunakan rumus Reynolds dan Berniulli untuk mendapatkan hasil perhitungan dari data pengujian. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai *Head minor losses* pada masing – masing pipa yaitu pipa diameter 1 inch sebesar (0.43m),  $\frac{3}{4}$  inchi sebesar (1.55m) dan  $\frac{1}{2}$  inchi sebesar (7.75) m, maka semakin kecil diameter penampang maka nilai *head minor losses* semakin besar dikarenakan diameter pipa yang lebih kecil menimbulkan gaya kapilaritas yang lebih tinggi yang berakibat kecepatan yang ditimbulkan juga lebih tinggi dibandingkan diameter pipa yang lebih besar.

## SUMMARY

Febriyan, Mechanical Engineering Department / Study Program, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Pontianak, 28 March 2022, "Analysis of Minor Losses in Laboratory Scale Fluid Flow Test Equipment with Different Cross Sections" Supervisors: Fuazen and Gunarto.

In the piping system can facilitate the distribution of fluids for industrial needs as well as for agricultural purposes. This system can generally be found in a series of piping systems for irrigation purposes in the form of drip irrigation and sprinkler irrigation. In fluid flow systems often experience flow losses (head losses) at the connection section and the type of pipe material through which the fluid flows, resulting in a pressure drop called major losses (minor losses). The pressure drop is because the flowing fluid experiences turbulence which causes friction on the pipe wall, which is called major loss. This study uses 3 different pipe diameters, namely 1 inch, inch and inch to determine the minor losses in each diameter and the data processing process uses the Reynolds and Berniulli formulas to obtain the calculation results from the test data. From the results of calculations carried out, it is obtained that the value of Head minor losses in each pipe is a pipe with a diameter of 1 inch (0.43m), inch of (1.55m) and inch of (7.75) m, the smaller the cross-sectional diameter, the higher the head value. Minor losses are getting bigger because the smaller pipe diameter causes a higher capillarity force which results in higher velocity compared to the larger pipe diameter.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisa Minor Losses Pada Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium Dengan Penampang Yang Berbeda” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Kalimantan Barat.

Penulis menyadari kekurangan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Dr. Doddy Irawan, ST., Eng, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak dan Dosen Penguji II.
2. Bapak Ir. Eko Julianto, ST., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
3. Bapak Fuazen, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Gunarto, ST., Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Eko Sarwono, ST., MT, selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.



7. Staf pengajar beserta karyawan/ti Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
8. Orang tua penulis: Akhmad Rkhmani dan Utin Ida Farida yang telah memberikan dukungan dan senantiasa memberikan semangat serta do'a kepada putranya.
9. Saudara/i penulis: Arif Erwin dan Naja Sagita Putri yang telah memberikan semangat dan semoga kita semua menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.
10. Teman-teman Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang juga turut memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah S.W.T serta penulis juga menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Pontianak, 28 Maret 2022

**FEBRIYAN**

**NIM. 161211188**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
RINGKASAN SKRIPSI .....	v
SUMMARY .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Pembatasan Masalah / Lingkup Pembahasan .....	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat / Kegunaan .....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Fluida.....	6
2.2.1 Kerapatan / density.....	8
2.2.2. Berat jenis / specific gravity .....	9
2.2.3. Tekanan / pressure .....	10
2.2.4. Kekentalan / viscosity .....	13

2.3 Jenis dan Karakteristik Fluida .....	15
2.4 Aliran Laminar dan Turbulen .....	17
2.5 Pipa PVC .....	19
2.6 <i>Head Losses</i> .....	20
2.6.1 <i>Mayor Losses</i> .....	21
2.6.2 <i>Minor Losses</i> .....	22
2.7 Pompa Sentrifugal .....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Tempat Penelitian .....	25
3.2 Variabel Penelitian.....	25
3.3 Desain Alat Uji .....	26
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	27
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	34
BAB IV DATA DAN ANALISIS .....	35
4.1 Hasil pengambilan data alat uji .....	36
4.2 Perhitungan data .....	39
4.2.1 Perhitungan kecepatan rata-rata ( $V$ ).....	39
4.2.2 Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i> .....	42
4.2.3 Hitung Kekasaran Relatif Pipa ( $\epsilon$ ) .....	43
4.2.4 Perhitungan <i>Head Loss minor</i> .....	44
4.3 Analisis data.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52

## DAFTAR TABEL

NO	Judul	Halaman
Tabel 3 1	Tabel pengambilan data pada Pressuregauge .....	31
Tabel 3 2	Pengambilan data pada Flow meter .....	32
Tabel 3 3	Hasi pengambilan data alat uji .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3 4	Hasil pegambilan data uji .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3 5	Hasil perhitungan head minor losses.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3 6	Koefisien kerugian .....	45

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Variasi linier dari tegangan geser pada jenis fluida .....	7
Gambar 2. 2	Tekanan pada fluida.....	11
Gambar 2. 3	Tekanan dalam kedalaman h dalam cairan.....	11
Gambar 2. 4	Penentuan kekentalan.....	13
Gambar 2. 5	Persamaan kontinuitas.....	16
Gambar 2. 6	Aliran Laminer .....	18
Gambar 2. 7	Aliran turbulen.....	18
Gambar 2. 8	Pipa PVC .....	20
Gambar 2. 9	Bagian-bagian pompa sentrifugal.....	24
Gambar 3. 1	Rancangan alat uji mekanika fluida .....	26
Gambar 3. 2	Rancangan 3D alat uji mekanika fluida .....	27
Gambar 3. 3	Pressure gauge.....	30
Gambar 3. 4	Flow meter.....	31
Gambar 3. 5	Diagram alir penelitian.....	34
Gambar 4. 1	alat uji aliran fluida skala laboratorium.....	35
Gambar 4. 2	Hubungan ukuran pipa dengan bilangan Reynolds.....	43
Gambar 4. 3	Grafik hubungan diameter dengan head losses minor .....	47

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dalam sistem perpipaan dapat mempermudah pendistribusian fluida untuk kebutuhan industri maupun untuk keperluan pertanian. Sistem ini umumnya dapat ditemukan pada rangkaian sistem perpipaan untuk keperluan irigasi baik berupa irigasi tetes maupun irigasi *sprinkler*. Terdapat berbagai variasi sistem perpipaan mulai dari sistem pipa tunggal yang sederhana sampai sistem pipa bercabang yang sangat kompleks. Pada sistem perpipaan meliputi semua komponen dari lokasi awal sampai dengan lokasi tujuan antara lain, saringan, katup, sambungan, nosel dan sebagainya. Sambungan dapat berupa penampang berubah, belokan atau *elbow*, sambungan bentuk L dan sambungan bentuk T atau *tee*. Sehingga dengan adanya berbagai macam sambungan serta asesoris lainnya akan menimbulkan permasalahan yang akan sering ditemukan pada sistem tersebut (Wibowo, 2013).

Aliran fluida sistem perpipaan sering mengalami *head losses* pada bagian sambungan dan jenis bahan pipa yang dilalui oleh aliran fluida sehingga mengakibatkan penurunan tekanan. Penurunan tekanan tersebut dikarenakan fluida yang mengalir mengalami turbulensi yang menimbulkan gesekan pada besar pada dinding pipa.

Untuk mengetahui *head losses* pada aliran fluida terdapat penelitian dan pengembangan tentang pengujian rugi-rugi aliran dalam sistem perpipaan. Diantaranya, Analisis losses pada instalasi alat penguji aliran fluida cair. Dengan kerugian berupa penurunan head yang disebabkan oleh gesekan (*major losses*) dan perubahan bentuk orifice (*minor losses*) pada instalasi alat uji aliran fluida (Setiaji, 2014). Menganalisa jarak pemasangan *reducer* dan *elbow* yang optimal untuk mencapai *headlosses* minimal. dengan membuat alat uji *headlosses* dengan variasi debit air sebesar: 20, 25, dan 30 l/min, serta variasi jarak *elbow*: 6, 12, 18 cm (A'rasy, 2018). Melakukan penelitian dengan memvariasikan jumlah potongan pipa

sebanyak 3 kali, yaitu dengan 2 potongan pipa, 3 potongan pipa, dan 4 potongan pipa. Kemudian setiap variasi potongan pipa dialiri air dengan 5 variasi debit aliran.(Nasarudin, 2015). Pengujian rugi-rugi aliran terhadap komponen alat uji pada pipa yang berbeda yang menyebabkan terjadi gesekan pada fluida dengan dinding pipa (Dery, 2017).

Berdasarkan hal dalam penelitian tersebut pada proposal tugas akhir akan dilakukan sebuah penelitian dengan judul “**Analisis *Minor Losses* Pada Alat Uji Aliran Fluida Skala Laboratorium Dengan Penampang Yang Berbeda**”. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang jelas dan akurat untuk mengetahui besar *head losses* aliran pada sistem perpipaan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas dapat disimpulkan identifikasi masalahnya sebagai berikut :

Terjadi *head losses* pada sistem perpipaan yang menyebabkan terjadinya kerugian energy *minor losses* pada aliran fluida

Penggunaan jenis dan ukuran penampang yang bereda dapat mempengaruhi rugi-rugi energi pada sistem saluran perpipaan.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dalam analisa dalam perancangan alat uji mekanik fluida ini antara lain sebagai berikut:

Berapakah *minor losses* aliran fluida pada alat uji mekanika fluida dalam skala laboratorium dengan menggunakan ukuran luas penampang yang berbeda?

Bagaimana pengaruh rugi-rugi energi terhadap luas penampang dengan ukuran yang berbeda?

#### **1.4 Pembatasan Masalah / Lingkup Pembahasan**

Mengingat banyaknya perkembangan yang di dapat dan di temukan dalam permasalahan ini, maka dari itu perlu adanya batasan masalah. Dalam penelitian ini di antaranya sebagai berikut:

1. Fluida yang digunakan dalam alat uji mekanika fluida adalah air.
2. Menggunakan pompa sentrifugal dengan kapasitas debit 40 l/menit dan dengan satu debit fluida.
3. Jenis pipa yang digunakan pada alat uji mekanika fluida ini adalah pipa PVC.

#### **1.5 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Untuk mengetahui *minor losses* aliran fluida pada alat uji mekanik fluida.
2. Untuk mengetahui pengaruh rugi-rugi energi terhadap penggunaan ukuran luas penampang yang berbeda.
3. Untuk mengetahui efisiensi penggunaan komponen dari alat uji aliran fluida dalam sistem perpipaan.

#### **1.6 Manfaat / Kegunaan**

Manfaat dari penelitian ini di antaranya adalah:

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam ilmu mekanika fluida bagi mahasiswa teknik mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak kelas Sintang.
2. Sebagai wahana pengembangan keilmuan dan memperkaya pengetahuan tentang analisa rugi-rugi energi aliran fluida pada alat uji aliran mekanika fluida.
3. Dapat mengoptimasi tekanan energi pada sistem perancangan perpipaan alat uji mekanik fluida.

#### **1.7 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah mengetahui sisi dari proposal penelitian ini maka



sistematika penulisan disajikan dalam tulisan yang terdiri dari :

- BAB I : Merupakan Pendahuluan yang berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan.
- BAB II : Merupakan Landasan Teori yang terdiri dari Tinjauan Pustaka berupa kajian dan penelitian terdahulu yang telah diuji kebenarannya.
- BAB III : Merupakan Metodologi Penelitian yaitu menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan, mengungkapkan bagaimana cara mencari fakta instrument yang digunakan dan teknik-teknik pengujian.
- BAB IV : Merupakan hasil dan pembahasan yang dituliskan dalam laporan rinci pelaksanaan kegiatan agar mencapai hasil-hasil penelitian.
- BAB V : Merupakan Penutup yang terdiri dari Kesimpulan berupa uraian jawaban dari rumusan masalah yang dituliskan dari atau berdasarkan pada diskusi hasil kajian dan Saran agar pernyataan-pernyataan kesimpulan ditulis dalam rangkaian kallimat-kalimat deklaratif yang tidak terlalu panjang, ringkas tetapi padan isi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil simulasi yang dilakukan pada masing - masing diameter pipa diperoleh bilangan *Reynolds* (Re) yaitu: Pipa 1 inchi (38235), pipa  $\frac{3}{4}$  inchi (49940) dan pipa  $\frac{1}{2}$  inchi (73349).
2. Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa semakin kecil diameter pipa yang digunakan maka semakin besar bilangan *Reynolds* nya dan semuanya adalah aliran Turbulen.
3. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai *Head minor losses* pada masing – masing pipa yaitu pipa diameter 1 inch sebesar (0.43m),  $\frac{3}{4}$  inchi sebesar (1.55m) dan  $\frac{1}{2}$  inchi sebesar (7.75) m

4. Semakin kecil diameter penampang maka nilai *head minor losses* semakin besar dikarenakan diameter pipa yang lebih kecil menimbulkan gaya kapilaritas yang lebih tinggi yang berakibat kecepatan yang ditimbulkan juga lebih tinggi dibandingkan diameter pipa yang lebih besar

## 5.2 Saran

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:
2. Untuk mendapatkan hasil atau data yang lebih baik dan akurat maka perlu menggunakan alat ukur digital yang lebih canggih dan modern sehingga data yang diambil lebih akurat.
3. Dalam pengembangan penelitian selanjutnya perlu kiranya divariasikan bentuk diameter pipa maupun panjang pipa yang digunakan sebagai pembanding dalam perhitungan *major losses* pada aliran fluida.
4. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya lakukan pengambilan data minimal 2 kali setiap simulasi demi keakuratan data yang nantinya akan digunakan.
5. Masukkanlah data – data yang menjadi acuan dalam simulasi dengan teliti. Karena jika ada salah sedikit saja data yang dimasukkan, maka keakuratan data hasil simulasi pun tidak akan maksimal

## DAFTAR PUSTAKA

Wibowo. (2013). *Analisis Penurunan Head losses Pada Belokan Pipa 1800 Dengan Variasi Non Tube bundle, Tube bundle 0,25 Inchi, dan Tube bundle 0,5 Inchi*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember: Jember.

Setiaji., Bambang (2014). *Analisis losses pada instalasi alat penguji aliran fluida cair. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo*.

A'rasy, F., Mulyadi (2018). *Rancang Bangun Alat Uji Head Losses Dengan Variasi Debit Dan Jarak Elbow 90o Untuk Sistem Perpipaan Yang Efisien. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah*. ISSN: 2301-6663 Vol. 7 No. 1.

Nasarudin, F (2015). *Pengaruh Potongan Pipa Pada Pipa Miter 90° Terhadap Kerugian Head Aliran Fluida. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin*

Dery, K., Andi, M.N.(2017). *Pengujian Alat Uji Rugi-Rugi Aliran Dalam Pipagalvanis, Pipa Pvc, Pipastainless Steel Dan Pipa Acrylic. Jurnal ISSN 2087-698X Vol 8 NO 2. hlm. 35-45*.

Dr. Aqli Mursadin Rachmat Subagyo, Mt (2009). *Mekanika Fluida*. Universitas

Lambung Mangkurat.

Syamsul Hadi. (2016). *Uji Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Pipa Air Pvc. Jurnal Logic*. Vol 16 No.1 hlm 7-13.

Ahmad Farun. (2017). *Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan 90° Terhadap Head Losses Aliran Pipa. Jurnal ISSN* Vol 4 NO 3. hlm. 21-30.