

**PERANCANGAN ALAT UKUR *HEAD LOSS MAYOR* UNTUK BERBAGAI  
REJIM ALIRAN FASA CAIR MENGGUNAKAN PIPA PVC ½”**

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada Prodi  
Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

**ADHITYA AGUNG WIBOWO**  
**20140130008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Adhitya Agung Wibowo**

NIM : **2014 013 0008**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: PERANCANGAN ALAT UKUR *HEAD LOSS MAYOR* UNTUK BERBAGAI REJIM ALIRAN FASA CAIR MENGGUNAKAN PIPA PVC ½” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, Mei 2018

Adhitya Agung Wibowo  
NIM. 2014 013 0008

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Hasil sebuah karya tulis ini saya persembahkan kepada:

1. Ayahanda tercinta dan Ibunda tersayang, bapak sucipto dan ibu Rina marliana, serta kepada seluruh keluarga besar terima kasih atas kasih sayang dan dukungan yang telah kalian berikan.
2. Kepada saudara saya, Galuh Yudha S dan Salma Nabilah S yang telah memotivasi dan memberi nasehat dan dukungannya.
3. Kepada dosen pembimbing I bapak Tito Hadji Agung Santoso S.T.,M.T yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Kepada dosen pembimbing II bapak Thoharudin S.T.,M.T yang telah membimbing dan membantu dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2014 dan semua teman-teman teknik mesin yang telah mendukung dan membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.

## MOTTO

*“Lakukanlah apa yang kamu kerjakan dengan ikhlas, sungguh-sungguh dan penuh tanggung jawab sehingga kelak ketika menuai hasil kamu tidak akan kecewa”*

*(Adhitya Agung Wibowo)*

*“Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah menambahkan jalan baginya menuju surga”*

*(H.R. Muslim dan Tirmidzi)*

*“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua”*

*(Aristoteles)*

*“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”*

*(Thomas Alva Edison)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “**Perancangan Alat Ukur *Head loss mayor* Untuk Berbagai Rejim Aliran Fasa Cair Menggunakan Pipa PVC ½”**” dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada:

1. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Pogram Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Tito Hadji Agung Santoso, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Thoharudin, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Dr. Ir. Sudarja, M.T selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Sucipto M.M dan Ibu Rina Marlina S.pd, selaku orang tua yang telah memberikan doa dan motivasi serta dukungannya selama masa kuliah dan pengerjaan tugas akhir ini.
6. Saudara Galuh Yudha S dan Salma Nabilah S yang telah memberikan dukungan.
7. Eduar Iqbal Riza, M. Khalil Putra P, Muhammad Hasril, dan rekan-rekan Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Teknik seperjuangan yang selalu memberikan saran dan masukan-masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini

8. Rekan kontrakan Andika Drajad Tri Kurniawan Putra, Mochammad Adib Wicaksono, Ratno Ahmad Abadi yang tidak pernah lelah menemani, memotivasi dan memberikan masukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Rekan satu daerah dari Tasikmalaya Jejen Tajudin dan Taufiq Syarifudin yang selalu memberikan saran dan semangat dalam mengerjakan tugas-tugas kuliah dan tugas akhir ini.
10. Teman-teman SIXTAS IPA 1 yang selalu memberikan motivasi dan semangat selama ini.
11. Rekan-rekan Teknik Mesin kelas A, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin UMY yang tidak bisa di sebutkan satu persatu yang telah memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan agar tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi bagi pembaca.

Yogyakarta, Mei 2018

Adhitya Agung Wibowo  
2014 013 0008

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
INTISARI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>ABSTRACT</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
BAB I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Batasan Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Tujuan Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. Manfaat Pecancangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6. Metode Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7. Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Dasar Teori.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Definisi Fluida.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.2.2	<i>Head losses</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3	Koefisien Gesek ( <i>f</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4.	<i>Head</i> total pompa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5.	Debit Aliran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
METODE PERANCANGAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1.	Diagram Alir Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.	Metode Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.	Prinsip Kerja Alat Uji.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.	Metode Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PEMBAHASAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.	Perhitungan Penentuan Debit Aliran Maksimal .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.	Perhitungan Rugi Aliran Untuk Pompa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1.	Perhitungan <i>Head loss mayor</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Tee ½” .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Tee 1” .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Elbow ½” ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Globe Valve ½”	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Globe Valve 1”	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.7.	Perhitungan <i>Head Loss Minor</i> pada Ball Valve ½” ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



- 4.2.8. Perhitungan *Head Loss Minor* pada *Ball Valve* 1” ... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.9. Perhitungan *Head Loss Minor* pada Rotameter ... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.10. Perhitungan *Head Loss Minor* pada *Reducer* 1 x ½” **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.11. Perhitungan *Head Loss Total* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.12. Perhitungan *Head Pompa* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3. Penetapan Pompa ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.4. Penetapan Rotameter ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5. Perhitungan Penentuan Manometer..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.6. Perhitungan Kalibrasi *Differential Pressure Meter*..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7. Data Awal Laminar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7.1. Perhitungan Penentuan Nilai Koefisien Gesek Aliran Laminar .... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7.2. Perhitungan Koefisien Gesek Teori Aliran Laminar . **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7.3. Perhitungan Standar Deviasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.7.4. Perhitungan Deviasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.8. Data Awal Transisi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.8.1. Perhitungan Penentuan Nilai Koefisien Gesek Aliran Transisi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.8.2. Perhitungan Koefisien Gesek Teori Aliran Transisi .. **Error! Bookmark not defined.**
- 4.8.3. Perhitungan Standar Deviasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.8.4. Perhitungan Deviasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.9. Data Awal Turbulen ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.9.1.	Perhitungan Penentuan Nilai Koefisien Gesek Aliran Turbulen ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.2.	Perhitungan Koefisien Gesek Teori Aliran Turbulen	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.3.	Perhitungan Standar Deviasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9.4.	Perhitungan Deviasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN	.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Skema alat uji pengukuran head loss Helmizar (2010)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Rangkaian skema alat uji Sutrisno (2014).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Desain media pembelajaran pengukuran rugi aliran fluida cair Yosi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Skema alat uji dari perancangan Siregar dkk, (2013) .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Skema alat uji Priyo (2013)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Alat uji *head loss mayor* Ermandi dkk, (2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Skema alat uji pengukuran head loss mayor ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Aliran Laminar (Helmizar., 2010)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Aliran Turbulen (Helmizar., 2010) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10 Aliran Transisi (Helmizar., 2010) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11 Diagram Moody ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Diagram alir perancangan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Desain alat ukur *head loss mayor* 3D..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Desain alat ukur *head loss mayor* (gambar isometri)... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Grafik koefisien tahanan reducer ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Grafik kalibrasi differential pressure meter ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Grafik perbandingan koefisien gesek eksperimen dan koefisien gesek ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Grafik perbandingan koefisien gesek eksperimen dan koefisien gesek  
..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Grafik perbandingan koefisien gesek eksperimen dan koefisien gesek  
..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Persamaan koefisien kekasaran pipa..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Nilai kekasaran bahan ( $\epsilon$ ) ditampilkan pada **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.3 Nilai koefisien tahanan *head loss minor* (Crane, 1969)... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1 Data awal untuk kalibrasi pada aliran turbulen..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2 Tebel  $\Delta P$  *differential pressure* yang telah dikalibrasi **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3 Data awal aliran laminar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Data konversi  $\Delta P$  aliran laminar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Data  $\Delta P$  yang telah terkalibrasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Hasil perhitungan koefisien gesek eksperimen dan teori aliran laminar  
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7 Standar deviasi dan deviasi koefisien gesek aliran laminer ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8 Data awal aliran Transisi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.9 Data konversi  $\Delta P$  aliran trasnsisi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.10 Data  $\Delta P$  yang telah terkalibrasi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11 Hasil perhitungan koefisien gesek eksperimen dan teori aliran transisi  
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12 Standar deviasi dan deviasi koefisien gesek aliran transisi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.13 Data awal aliran turbulen ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14 Data konversi  $\Delta P$  aliran turbulen ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.15 Data  $\Delta P$  yang telah terkalibrasi ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.16 Hasil perhitungan koefisien gesek eksperimen dan teori aliran turbulen  
..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.17 Standar deviasi dan deviasi koefisien gesek aliran turbulen.....**Error!  
Bookmark not defined.**

Tabel 4.18 Standar deviasi dan deviasi koefisien gesek aliran laminar,  
transisi, dan turbulen ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel propertis air (Cengel Y.A; Boles M.A, 2013) **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Diagram Moody (Cengel Y.A; Boles M.A, 2013) ...**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Nilai koefisien tahanan *head loss minor* (Crane, 1969) . **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Grafik performa pompa dan spesifikasi pompa peripheral dari Shime  
..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Foto alat uji..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Alat ukur *Differential pressure meter*, manometer,  
pipa PVC AW Wavin ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Foto pengambilan data..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$h_{L,mayor}$	= <i>head loss mayor</i> (m)
$f$	= koefisien gesek
$L$	= panjang pipa (m)
$D$	= diameter pipa (m)
$g$	= percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
$v$	= kecepatan aliran fluida ( $m/s$ )
$h_{L,min}$	= <i>head loss minor</i> (m)
$K$	= koefisien tahanan
$\Delta P$	= selisih tekanan antara dua titik ( $N/m^2$ )
$\rho$	= massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )
$\Delta z$	= selisih tinggi permukaan manometer (m)
$H_p$	= <i>Head</i> total pompa (m)
$h_s$	= <i>Head</i> statis total (m)
$\Delta h_p$	= Perbedaan <i>head</i> tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)
$\frac{v^2}{2 \cdot g}$	= <i>Head</i> kecepatan keluar (m)
$Re$	= Angka <i>Reynolds</i>
$\mu$	= Viskositas dinamis fluida ( $kg/m \cdot s$ )
$Q$	= Debit aliran ( $m^3/s$ ) atau LPM
$h_{L,minor}$	= <i>Head loss minor</i>
$n$	= Jumlah <i>fitting</i>
LPM	= Liter per menit
DPM	= <i>Differential pressure meter</i>