

**RANCANG BANGUN ALAT UJI HEADLOSSES AKIBAT BELOKAN
PADA PIPA TERHADAP DEBIT ALIRAN FLUIDA**



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Program Pendidikan Setrata 1
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

CELVIN FERNANDO

1602220064

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
PALEMBANG**

2021

**RANCANG BANGUN ALAT UJI HEADLOSSES AKIBAT BELOKAN
PADA PIPA TERHADAP DEBIT ALIRAN FLUIDA**



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Program Pendidikan Setrata 1
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

CELVIN FERNANDO

1602220064

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
PALEMBANG**

2021

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN ALAT UJI HEADLOSES AKIBAT BELOKAN
PADA PIPA TERHADAP DEBIT ALIRAN FLUIDA

Oleh :

Celvin Ferrando
1602220064

Mengetahui, Diperiksa dan disetujui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing I

Ir. H. M. Lazim, MT.

Ir. H. M. Ali, MT

Dosen Pembimbing II

Ir. H. M. Lazim, MT.

Disahkan Oleh :

Dekan FT/UTP



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM.



Oleh :
Celvin Fernando
1602220064

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I



Ir. H. M. Ali, MT

Pembimbing II



Ir. H. M. Lazim, MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Ir. H. M. Lazim, MT

iii

**RANCANG BANGUN ALAT UJI HEADLOSES AKIBAT BELOKAN PADA
PIPA TERHADAP DEBIT ALIRAN FLUIDA**

Disusun Oleh :

CELVIN FERNANDO
NIM 1602220064

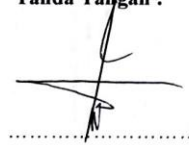
Telah Diuji dan Dinyatakan Lulus dalam Ujian Sarjana
pada Tanggal 01 Oktober 2021

Tim Penguji

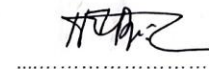
Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Penguji
Martin Luther King, ST., MT



2. Penguji 1
Ir. Hermanto Ali, MT



3. Penguji 2
M Iskandar Badil, MT. Met



Skripsi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Calvin Fernando

NIM :1602220064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul **Rancang Bangun Alat Uji Headloses Akibat Belokan Pada Pipa Terhadap Debit Aliran Fluida** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 01 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan



Calvin Fernando

NIM.1602220064

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : CELVIN FERNANDO
NIP : 1602220064
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul :

Rancang Bangun Alat Uji Head Loses Akibat Belokan Pada Pipa Terhadap Debit Aliran Fluida

benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin UTP



Ir.H.M. Lazim, MT

Palembang, Oktober 2021
Yang menyatakan



CELVIN FERNANDO

Lampiran : Bukti Hasil Plagiarism Checker Dari Operator

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : CELVIN FERNANDO
NIM : 1602220064
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Rancang Bangun Alat Uji Head Loses Akibat Belokan Pada Pipa
Terhadap Debit Aliran Fluida**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang, Oktober 2021

Yang menyatakan,



CELVIN FERNANDO

NIM.1602220064

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Nama : CELVIN FERNANDO
NIM : 1602220064
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul

**Rancang Bangun Alat Uji Head Loses Akibat Belokan Pada Pipa
Terhadap Debit Aliran Fluida**

adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, Oktober 2021

Yang membuat pernyataan



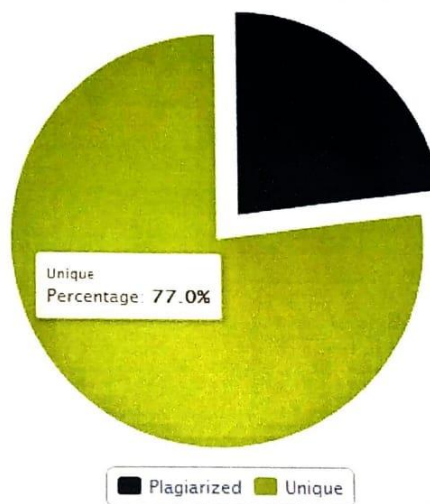
CELVIN FERNANDO

NIM. 1602220064



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Jumat, April 22, 2022
Words	1003 Plagiarized Words / Total 4298 Words
Sources	More than 166 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected – Your Document needs Selective Improvement.



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 23%

Date: Jumat, April 22, 2022

Statistics: 1003 words Plagiarized / 4298 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected -
Your Document needs Selective Improvement.

1 **BAB I PENDAHULUAN** 1.1. LATAR BELAKANG Sistem perpipaan merupakan sistem distribusi fluida yang sering dipergunakan di kehidupan tempat tinggal tangga, industri, dan pembangkit energi. sebagai alat yg dipergunakan buat mengalirkan fluida berasaskan kawasan penampungan ke daerah yang memerlukan fluida dibutuhkan berbagai ukuran diameter dan aksesoris yg tidak selaras.

terdapat kalanya instalasi perpipaan menggunakan jenis tekan atau pipa galvanis, pip galvanis memiliki kualitas untuk menahan suhu tinggi, tidak pecah secara efektif, tidak ngkat pendirian mudah dan tangguh, dapat diakses dalam iklan dengan berbagai produk impor maupun dalam negeri. Adapun kekurangan pipa jenis besi serta galvanis pada fluida jenis cair seringkali ditemukan terjadinya pengkaratan di pipa serta terkelupasnya bagian yang diberi lapisan di dalam pipa yang diakibatkan oleh lamanya pemakaian pipa.

oleh sebab itu penggunaan pipa PVC sangat diperlukan, dimana jenis PVC memiliki banyak kelebihan yaitu tidak terlalu berat, tidak berkarat, bagian dalam pipa licin, tahan terhadap zat kimia dan mudah dibentuk. Sistem perpipaan memiliki banyak variasi dari rangkaian perpipaan tunggal sederhana hingga sistem percabangan yang sangat kompleks.

pada rangkaian perpipaan mencakup seluruh fitting antara lain saluran, katup, asosiasi, cerat dan sebagainya. Asosiasi dapat berada dalam bingkai segmen silang yang diubah, siku, asosiasi berbentuk L dan asosiasi berbentuk T (tee). sehingga dengan berbagai macam fitting dan hiasan lainnya akan menyebabkan masalah yang akan terjadi dalam rangkaian perpipaan, salah satunya merupakan terjadinya kerugian aliran (Head Losses). Head loss sangat merugikan karena bisa mengakibatkan berat badan

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayahnya jugalah penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT UJI HEADLOSSESAKIBAT BELOKAN PADA PIPA TERHADAP DEBIT ALIRAN FLUIDA”** Ini dengan baik dan lancar sesuai dengan waktu yang ditentukan .

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nyimas Manisah, MP. Selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak Ir. Muhammad Lazim, M.T. Selaku Ketua Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.
4. Bapak Martin Luther King, S.T., M.T. Selaku Seketaris Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
5. Bapak Ir. H. M.Ali, M.T Selaku Dosen pembimbing I.
6. Bapak Ir. Muhammad Lazim, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II.
7. Para dosen beserta staf administrasi dilingkungan Universitas Tridinanti Palembang. Khususnya Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan sekaligus bimbingan.
8. Orang tuaku Bapak Yuli Hariyanto dan Ibu Tri Erlina Winarti, adikku Willy Ariyanto yang senantiasa mendoakan, memberi semangat serta kasih

sayang. Serta Hany Detia Fitri yang telah membantu dan memberi semangat dari awal hingga akhir skripsi ini.

9. Teman seperjuangan Terkhusus sahabatku Galih Nugroho, Varel Alfatino Elsan, Muhammad Wahyudi yang selalu memotivasi dan yang telah membantu saya hingga detik ini.
10. Rekan – rekan mahasiswa, Khususnya mahasiswa Program Teknik Mesin

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadikan skripsi ini lebih baik lagi dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamin Ya Rabbal a'lamin.

Palembang, September 2021

Celvin Fernando

MOTTO

*Barangsiapa keluarnya mencari ilmu makai
aberada
dijalan Allah sampai kembali*

(H.R. Tirmidzi dari Anas Bin Malik r.a)

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

(Thomas Alva Edison)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta Ayahanda (Yuli Hariyanto) dan Ibunda (Tri Erlina Winarti) yang telah membesarkan ku, merawat, mendukung, serta mendoakan ku hingga detik ini.
2. Adikku, saudara, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan mendukung ku hingga di titik ini.
3. Dosen-dosen ku terutama dosen pembimbing Ir. H.M.Ali, MT serta Ir. Muhammad Lazim, M.T. yang senantiasa membantu, dan membimbing saya selama proses penyelesaian penelitian.
4. Teman-teman seperjuangan terkhusus Teknik Mesin angkatan 2016

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL.....	i
KATAPENGANTAR.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
SUMMARY.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasam Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematik penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Fluida.....	6
2.2. Jenis-Jenis Aliran Fluida.....	6
2.2.1 Aliran Laminer.....	6
2.2.2 Aliran Transisi.....	7
2.2.3 Aliran Turbulen.....	8
2.3. Daerah Masuk dan Berkembang Penuh.....	8
2.4. Headloses.....	10
2.5. Headloses Major.....	10
2.6. Headloses Minor.....	11
2.7. Persamaan Kontinuitas.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir.....	14
3.2. Metode Penelitian.....	15

3.2.1 Metode studi pustaka.....	15
3.2.2 Metode Studi Lapangan.....	15
3.3. Alat dan Bahan.....	15
3.3.1 Alat yang Digunakan.....	15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V PENUTUP

5.1.. Kesimpulan.....	
5.2. Saran.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tekanan adalah disetiap arah dalam suatu fluida pada kedalaman tertentu	15
Gambar 2.2 Penentuan Kekentalan	16
Gambar 2.3 Tabung aliran membuktikan persamaan kontinuitas.....	17
Gambar 2.4 Tabung aliran fluida	19
Gambar 2.5 Aliran Laminer (Munson,2005)	20
Gambar 2.6 Aliran Transisi (Munson,2005)	21
Gambar 2.7 Aliran Turbulen(Munson,2005)	21
Gambar 2.8 Daerah masyk aliran sedang berkembang dan aliran berkembang penuh didalam pipa (Munson,dkk,2002)	22
Gambar 2.9 Desain alat uji	29
Gambar 2.10 Diagram alir penelitian	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	29
Tabel 3.2 Hasil pengujian.....	35

ABSTRAK

OLEH: CELVIN FERNANDO

Alat praktikum pengujian headloses di rancang untuk digunakan didunia akademik dan dirancang berdasarkan konsep aliran fluida yang mengalir pada pipa lurus dan komponen-komponennya yang berupa sambungan pipa, elbow, katup, tee, pembesaran dan pengecilan diameter pipa akan mengalami kerugian tekanan (headloses). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rugi aliran pada elbow 45° , 90° , 135° pengambilan data untuk mengukur rugi aliran pada penelitian ini adalah dengan cara mengukur selisih tinggi air dalam manometer. Pengukuran tersebut di analisa dengan menggunakan rumus teoritis. Hasil penelitian ini mendapatkan rata-rata rugi aliran pada belokan 45° , 90° , 135° masing-masing sebesar 0,549 m, 0,779 m, 0,999 m dengan nilai koefisien kehilangan energi masing-masing adalah 0,24 dan 1,13. Semakin besar sudut belokan semakin besar pula rugi aliranny

Kata kunci: Headloses, belokan pipa, alat praktikum

ABSTRACT

The headloss testing practicum tool is designed for use in the academic world and is designed based on the concept of fluid flow flowing in a straight pipe and its components in the form of pipe connections, elbows, valves, tees, enlargement and reduction of pipe diameters will experience pressure losses (headlosses). This study aims to determine the flow loss at the elbow 45° , 90° , 135° . Data collection to measure the flow loss in this study is by measuring the difference in water height in the manometer. These measurements were analyzed using a theoretical formula. The results of this study obtained an average flow loss at 45° , 90° , 135° bends of 0.549 m, 0.779 m, 0.999 m, respectively, with the energy loss coefficients being 0.24 and 1.13, respectively. The larger the turning angle, the greater the flow loss

Keywords: Headloses, pipe bends, practical tools

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.LATAR BELAKANG

Sistem perpipaan merupakan sistem distribusi fluida yang sering dipergunakan di kehidupan tempat tinggal tangga, industri, dan pembangkit energi. sebagai alat yg dipergunakan buat mengalirkan fluida berasal kawasan penampungan ke daerah yang memerlukan fluida dibutuhkan berbagai ukuran diameter dan aksesoris yg tidak selaras. terdapat kalanya instalasi perpipaan menggunakan jenis tekan atau pipa galvanis, pipa galvanis memiliki kualitas untuk menahan suhu tinggi, tidak pecah secara efektif, tingkat pendirian mudah dan tangguh, dapat diakses dalam iklan dengan berbagai produk impor maupun dalam negeri.

Adapun kekurangan pipa jenis besi serta galvanis pada fluida jenis cair seringkali ditemukan terjadinya pengkaratan di pipa serta terkelupasnya bagian yang diberi lapisan di dalam pipa yang diakibatkan oleh lamanya pemakaian pipa. oleh sebab itu penggunaan pipa PVC sangat diperlukan, dimana jenis PVC memiliki banyak kelebihan yaitu tidak terlalu berat, tidak berkarat, bagian dalam pipa licin, tahan terhadap zat kimia dan mudah dibentuk.

Sistem perpipaan memiliki banyak variasi dari rangkaian perpipaan tunggal sederhana hingga sistem percabangan yang sangat kompleks. pada rangkaian perpipaan mencakup seluruh fitting antara lain saluran, katup, asosiasi, cerat dan sebagainya. Asosiasi dapat berada dalam bingkai segmen silang yang

diubah, siku, asosiasi berbentuk L dan asosiasi berbentuk T (tee). sehingga dengan berbagai macam fitting dan hiasan lainnya akan menyebabkan masalah yang akan terjadi dalam rangkaian perpipaan, salah satunya merupakan terjadinya kerugian aliran (Head Losses). Head losses sangat merugikan karena bisa mengakibatkan berat badan berkurang. Penurunan berat ini terjadi karena adanya turbulensi yang disebabkan oleh kontak pada sekat pipa. Kemalangan utama dipisahkan menjadi dua, khususnya kemalangan yang lebih tinggi dan kemalangan yang lebih kecil, kemalangan yang lebih tinggi adalah kemalangan aliran yang disebabkan oleh penggilangan antara cairan dan pembagi lurus dari pipa yang menggunakan jarak tertentu, kemalangan yang lebih kecil adalah kehilangan sirkulasi cairan dalam saluran yang disebabkan oleh jarak melintasi pipa, saluran, fitting, dll. Rugi-rugi aliran karena perubahan heading (kemalangan kecil) di dalam saluran diisolasi menjadi 2, yaitu lilitan karena asosiasi tiba-tiba atau tiba-tiba yang disebut siku, dan tikungan yang terjadi secara bertahap disebut tikungan. Siku bisa menjadi putaran yang terjadi karena asosiasi pipa. Asosiasi itu biasa dijual dipasaran ialah 45 dan 90.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu seberapa besar perbedaan *head losses* pada 3 sudut elbow.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam menganalisa penelitian ini, antara lain adalah :

1. Pengujian dilakukan pada pipa PVC dengan 3 sudut belokan.
2. Pengujian dilakukan menggunakan fluida jenis air.
3. Tidak membahas *head losses mayor*.
4. Tidak membahas kebocoran pada sistem perpipaan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai headloss minor (h_m) yang dipengaruhi oleh belokan terhadap debit aliran (Q).
2. Mengetahui perbedaan besarnya nilai headloses pada 3 sudut elbow

a. Manfaat Penelitian

2. Diharapkan dari perancangan alat ini dapat memudahkan penghitungan *head losses* pada belokan terhadap aliran fluida.
3. Dapat digunakan sebagai alat praktikum mekanika fluida

1.6 Sistematika penulisan

Efisiensi ini sangat berharga dalam mengatur untuk memberikan gambaran yang jelas dan tidak tersesat dari banyak hal. Pertanyaan ini terdiri dari lima bab dengan penulisan yang efisien yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Terdiri dari fondasi, target, batasan masalah, dan penyusunan yang tepat dari investigasi ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari audit penulisan dari penelitian masa lalu dan premis hipotetis yang diambil dari buku dan buku harian yang digunakan sebagai aturan dalam penelitian ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi tahapan dari beberapa waktu baru-baru ini pengujian, strategi pengujian, formulir penanganan informasi, dan diagram aliran pengujian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi pembicaraan tentang informasi yang didapat dalam uji Pemanasan pembakaran

BAB V : SIMPULAN DAN SARAN

Berisi hal-hal yang dapat disimpulkan dan rekomendasi yang dapat disampaikan dari investigasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi berbagai karya sastra dan referensi yang diperoleh pencipta untuk mendukung perencanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Munson, Bruce.R, Young, Donalds.F. 2002.MekanikaFluida, Jakarta: Erlangga.

Pritchard, Phillip J. 2011. *Introduction To Fluid Mechanics. Eight Edition.* JohnWikey& Sons.

Sularso. 2000. Pompa&Kompresor. PradnyaPramita.

Putri T. Sundi., & Rini Sriyani. (2017). Analisa Perubahan Debit Terhadap Perubahan Penampang Pada Pipa (Uji Laboratorium). Volume 3.

Saut Kasdiardi Silalahi. “ Analisa Headloses Akibat Perubahan Diameter Penampang, Variasi Material Pipa Dan Debit Aliran Fluida Pada Sambungan Elbow 90°”. (Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2017)

M. Sumantry Anggawan S. “Analisis Headloses Aliran Udara Pada Pipa Yang Mengalami Pembesaran Dan Pengecilan Luas Penampang Terhadap Debit Air”. (Universitas Tridianti Palembang, 2020).

Priyo Ari Wibowo. “Analisis Penurunan Head Losses Pada Belokan Pipa 180° Dengan Variasi Non Tube Bundle, Tube Bundle 0,25 Inchi. Dan Tube Bundle 0,5 Inchi”. (Universitas Jember, 2013).

Dwi Ermadi, Darmanto. “ Perancangan Alat Pratikum Pengujian Headloses Aliran Fluida Tak Termampat”. (Universitas Wahid Hasyim Semarang)

Ismet Eka Putra, Sulaiman. Dan Ari Galsha. “Analisis Rugi Aliran (Headloses) Pada Belokan Pipa PVC”. (Institut Teknologi Padang, 2017)

