

SKRIPSI  
ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM  
PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN  
PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT  
ALIRAN



Oleh:  
MGS. AHMAD FIKRI  
03051381320932

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN KAWASAN BANGUNAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

2017

S  
624. 260 7  
Ahm  
a  
2018.

107121

**SKRIPSI**  
**ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM**  
**PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN**  
**PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT**  
**ALIRAN**



Oleh:  
**MGS. AHMAD FIKRI**  
**03051381320039**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM**  
**PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN**  
**PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT**  
**ALIRAN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Sidang Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**MGS. AHMAD FIKRI**  
**03051381320039**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

### **ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT ALIRAN**

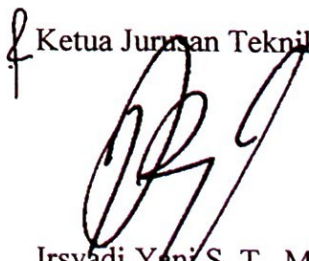
### SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**MGS. AHMAD FIKRI  
03051381320039**

Palembang, April 2018  
Mengetahui

 Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yani S. T., M. Eng., PhD.  
NIP. 197412251997021001

Pembimbing,



Ir. Hj. Marwani, M.T.  
NIP. 196902131995031001

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

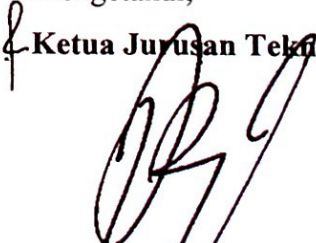
---

---

## SKRIPSI

Nama : Mgs. Ahmad Fikri  
Nim : 03051381320039  
Jurusan : Teknik Mesin  
Bidang Studi : Konversi Energi  
Judul Skripsi : Analisis *Headloss* Aliran Udara Dalam Pipa Melalui  
Pembesaran dan Pengecilan Saluran Terhadap Debit  
Aliran  
Dibuat Tanggal : Juli 2017  
Selesai Tanggal : April 2018

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Palembang, April 2018  
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,



Ir. Hj. Marwani M.T.  
NIP. 196902131995031001

## HALAMAN PERSETUJUAN

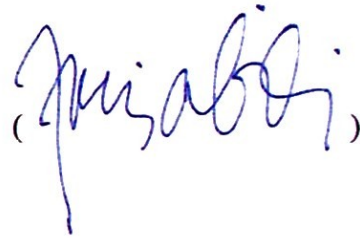
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT ALIRAN” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 April 2018

Palembang, Mei 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. H, Zainal Abidin, M.T  
NIP. 195809101986021001

()

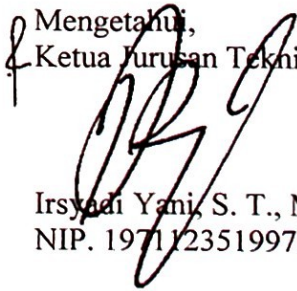
Anggota:

1. Ellyanie, S.T, M.T  
NIP. 196905011994122001
2. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 197705072001121001

()  
()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yani, S. T., M.Eng., PhD.  
NIP. 197112351997021001

()

Dosen Pembimbing,,

Ir. Hj. Marwani, S.T, M.T.  
NIP. 196503221991022001

()

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mgs. Ahmad Fikri

NIM : 03051381320039

Judul : Analisis *Head Loss* Aliran Udara Dalam Pipa Melalui Pembesaran  
dan Pengecilan Saluran Terhadap Debit Aliran

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 5 Mei 2018

METERAI  
TEMPEL  
F02E0AEF722723033  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH



Mgs. Ahmad Fikri

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mgs. Ahmad Fikri

NIM : 03051381320039

Judul : Analisis *Head Loss* Aliran Udara Dalam Pipa Melalui Pembesaran  
dan Pengecilan Saluran Terhadap Debit Aliran

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 5 Mei 2018



Mgs. Ahmad Fikri  
NIM. 03051381320039

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi yang berjudul “ANALISIS *HEADLOSS* ALIRAN UDARA DALAM PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT ALIRAN” dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Allah SWT yang meridhoi saya untuk menyelesaikan skripsi ini agak berjalan dengan lancar.
2. Orang tua saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya agar pembuatan skripsi ini berjalan dengan lancar dan tepat waktu.
3. Ibu Ir. Hj. Marwani M.T. yang merupakan dosen pembimbing selama penyusunan proposal skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D, selaku sekretariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Gustini, S.T., M.T. yang merupakan dosen pembimbing akademik selama penulis menjalani perkuliahan.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
8. Teman saya Rizki Azhariaji dan Arril Patra Taruna S.T. yang telah membantu saya untuk menyelesaikan skripsi ini dengan mudah dan lancar.

9. Teman saya Muhammad Fadhlurrahman S.T, Dusyadi S.T, Manti Kusnovaldi S.T, dan Yogi Adicahya S.T, Nurhadi Kurniawan S.T yang selalu membantu saya dalam menyelesaikan skripsi.

10. Terkhusus Fina Imelia.

11. Semua teman angkatan 2013 Teknik Mesin.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada siapapun yang membacanya.

Palembang, Mei 2018

Mgs. Ahmad Fikri

## RINGKASAN

### ANALISIS KERUGIAN ENERGI ALIRAN UDARA DALAM PIPA MELALUI PEMBESARAN DAN PENGECILAN SALURAN TERHADAP DEBIT ALIRAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 25 April 2018

Mgs. Ahmad Fikri; dibimbing oleh Ir. Hj. Marwani M.T.

*Analysis Of Air Flow Head Loss In Pipeline To Through Expansion and Contraction Of Pipe Diameters To Debit Flow*

xxvii + 37 halaman, 5 tabel, 14 gambar, 4 lampiran

Dalam distribusi fluida gas dari satu tempat ke tempat lain umumnya digunakan saluran tertutup. Dalam merancang sistem saluran tertutup untuk mengetahui besarnya kerugian minor sistem saluran dibutuhkan data berupa kecepatan aliran dan koefisien minor. Pada pendistribusian aliran udara pembesaran dan pengecilan saluran banyak ditemukan baik di industri ataupun gedung-gedung besar lainnya. Dilihat dari jenis pembesaran dan pengecilan terdapat dua jenis pembesaran dan pengecilan yaitu secara gradual dan secara mendadak. Pada penelitian ini dilakukan pengkajian secara eksperimental untuk mengetahui kerugian pembesaran dan pengecilan saluran secara mendadak yaitu dengan membuat grafik hubungan koefisien minor akibat pembesaran dan pengecilan saluran terhadap laju aliran tersebut. Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai head loss (hl) terhadap nilai debit aliran (Q). Nilai koefisien minor (K) terhadap area rasio ( $d/D$ ). Dari penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan bahwa semakin besar debit yang digunakan semakin besar head loss yang terjadi. Berdasarkan pengujian, head loss pada pembesaran mendadak terbesar terjadi pada pembesaran saluran diameter 0,5 inci ke 10,5 inci dengan debit 140 L/min sebesar 0,00910 mOil. Sedangkan nilai head loss terendah terdapat pada pembesaran 0,5 inci ke 1 inci dengan debit 60 L/min sebesar 0,00195 mOil. Sedangkan, head loss pada pengecilan mendadak terbesar terjadi pada pengecilan saluran diameter 10,5 inci ke 0,5 inci dengan debit 140 L/min sebesar 0,00650 mOil. Sedangkan nilai head loss terendah terdapat pada pengecilan 1 inci ke 0,5 inci dengan debit 60 L/min sebesar 0,00097 mOil. Terjadi penurunan nilai koefisien minor (K) terhadap area rasio ( $d/D$ ). nilai K pembesaran mendadak tertinggi eksperimental terdapat pada pembesaran diameter 0,5 inci ke 10,5 inci dengan angka area rasio ( $d/D$ ) 0 sebesar 0,87. Sedangkan untuk nilai K pembesaran mendadak terendah eksperimental terdapat pada pembesaran diameter 0,5 inci ke 1 inci dengan angka area rasio ( $d/D$ ) 0,5 sebesar 0,32. Untuk nilai K pengecilan mendadak tertinggi eksperimental terdapat pada diameter 10,5 inci ke 0,5 inci dengan area rasio ( $d/D$ ) 0 sebesar 0,43. Sedangkan untuk nilai K pengecilan mendadak terendah eksperimental terdapat pada pengecilan diameter 1 inci ke 0,5 inci dengan area rasio ( $d/D$ ) 0 sebesar 0,19.

**Kata Kunci** : Analisis kerugian, Aliran udara, Debit Aliran, Koefisien minor, Fluida.

**Kepustakaan** : 11 (1982-2017)

## SUMMARY

### ANALYSIS OF AIR FLOW HEAD LOSS IN PIPELINE TO THROUGH EXPANSION AND CONTRACTION OF PIPE DIAMETERS AND DEBIT FLOW

Final Project, 25<sup>th</sup> April 2018

Mgs. Ahmad Fikri; supervised by Ir. Hj. Marwani M.T.

Analisis Kerugian Energi Aliran Udara Dalam Pipa Melalui Pembesaran dan Pengecilan Saluran Terhadap Debit Aliran

xxvii + 37 pages, 5 tables, 15 pictures, 4 appendixs

In the gas fluid distribution from one place to another generally used closed channel. In designing a closed-channel system to determine the magnitude of minor losses of the channel system required data in the form of flow velocity and minor coefficients. In the distribution of air flow, channel enlargement and channel reduction are found in industry or other large buildings. Viewed from the type of enlargement and downsizing there are two types of enlargement and reduction that is gradually and suddenly. In this study conducted an experimental study to determine the loss of abrupt enlargement and reduction of the channel is to create a graph of minor coefficient relationship due to enlargement and channel reduction of the flow rate. The objective of this research is to get the value of head loss ( $h_l$ ) to flow rate ( $Q$ ). The value of the minor coefficient ( $K$ ) to the ratio area ( $d / D$ ). From the research that has been done, it is found that the greater the discharge used the greater the head loss that occurs. Based on the test, head loss at the largest sudden enlargement occurred at 0.5.5 inch diameter enlargement to 10.5 inches with 140 L / min discharge of 0.00910 mOil. While the lowest head loss value is at an enlargement of 0.5 inches to 1 inch with a discharge 60 L / min of 0.00195 mOil. Meanwhile, head loss at the largest sudden decrease occurred at 10.5 in. Diameter duct diameter to 0.5 inch with 140 L / min discharge of 0.00650 mOil. While the lowest head loss value is at 1 inch down to 0.5 inch with 60 L / min discharge of 0.00097 mOil. There is a decrease in the value of the minor coefficient ( $K$ ) to the ratio area ( $d / D$ ). the highest experimental experimental sudden magnification  $K$  value is at an enlarged diameter of 0.5 inches to 10.5 inches with a ratio of area ratio ( $d / D$ ) 0 of 0.87. As for the lowest experimental lowest experimental magnification  $K$  is found at 0.5 cm diameter magnification to 1 inch with a ratio of area ratio ( $d / D$ ) 0.5 by 0.32. For the highest experimental experimental abrupt rate  $K$  was found in diameters of 10.5 inches to 0.5 inches with a ratio area ( $d / D$ ) of 0.43. As for the experimental lowest rate of sudden reduction, there is a reduction in diameter of 1 inch to 0.5 inch with a ratio area ( $d / D$ ) 0 of 0.19.

**Keywords** : Head loss analysis, Air flow, Flow density, Minor coefficient,  
Fluida.  
**Citations** : 11 (1982-2017)

## DAFTAR ISI

|                                               | Halaman |
|-----------------------------------------------|---------|
| Halaman Judul.....                            | i       |
| Halaman Pengesahan.....                       | iii     |
| Halaman Agenda.....                           | v       |
| Halaman Persetujuan.....                      | vii     |
| Halaman Pernyataan Integritas.....            | ix      |
| Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi..... | xi      |
| Kata Pengantar.....                           | xiii    |
| Ringkasan.....                                | xv      |
| Summary.....                                  | xvii    |
| Daftar Isi.....                               | xix     |
| Daftar Gambar.....                            | xxi     |
| Daftar Tabel.....                             | xxiii   |
| Daftar Lampiran.....                          | xxv     |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                      |         |
| 1.1 Latar Belakang.....                       | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                      | 2       |
| 1.3 Batasan Masalah.....                      | 2       |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                    | 3       |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                   | 3       |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>                 |         |
| 2.1 Aliran Fluida.....                        | 5       |
| 2.2 Jenis-jenis Aliran Fluida.....            | 5       |
| 2.2.1 Aliran Seragam.....                     | 6       |
| 2.2.2 Aliran Tidak Seragam.....               | 6       |
| 2.2.3 Aliran Stedi.....                       | 6       |
| 2.2.4 Aliran Tidak Stedi.....                 | 6       |
| 2.3 Daerah Masuk dan Berkembang Penuh.....    | 7       |
| 2.4 <i>Head Losses</i> .....                  | 9       |
| 2.5 <i>Head Major Losses</i> .....            | 9       |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 2.6 <i>Head Minor Losses</i> .....                             | 11 |
| 2.6.1 Pembesaran Saluran Mendadak .....                        | 11 |
| 2.6.2 Pengecilan Saluran Mendadak .....                        | 12 |
| 2.7 Pembesaran dan Pengecilan Secara Gradual.....              | 13 |
| 2.8 Pengukuran Tekanan Untuk Fluida Mengalir .....             | 14 |
| 2.8.1 Mendeteksi Tekanan Statik.....                           | 14 |
| 2.8.1.1 Lubang Pada Dinding Saluran ( <i>Wall Taps</i> ).....  | 14 |
| 2.8.2 Manometer .....                                          | 16 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN                                    |    |
| 3.1 Alur Penelitian.....                                       | 19 |
| 3.2 Studi Literatur .....                                      | 20 |
| 3.3 Skema Alat Uji .....                                       | 20 |
| 3.3.1 Deskripsi Alat Uji .....                                 | 21 |
| 3.4 Prosedur Pengujian.....                                    | 22 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN                                     |    |
| 4.1 Data Pengujian .....                                       | 23 |
| 4.1.1 Pengujian Pembesaran Mendadak .....                      | 23 |
| 4.1.2 Pengujian Pengecilan Mendadak .....                      | 24 |
| 4.2 Pengolahan Data.....                                       | 25 |
| 4.2.1 Perhitungan Koefisien Minor dan Area Rasio .....         | 25 |
| 4.2.2 Perhitungan Nilai <i>Head Loss Minor</i> dan Debit ..... | 25 |
| 4.3 Pembahasan .....                                           | 27 |
| 4.3.1 Pembahasan Debit Vs <i>Head Loss</i> .....               | 28 |
| 4.3.2 Pembahasan Area Rasio Vs Koefisien Minor.....            | 30 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN                                     |    |
| 5.1 Kesimpulan.....                                            | 33 |
| 5.2 Saran .....                                                | 34 |
| Daftar Pustaka .....                                           | 35 |
| Daftar Lampiran .....                                          | 37 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                        | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Daerah Masuk Aliran Sedang Berkembang Penuh dan Aliran Berkembang Penuh di Dalam Pipa ..... | 7       |
| Gambar 2.2. Diagram Moody .....                                                                        | 10      |
| Gambar 2.3 Pembesaran Saluran Mendadak.....                                                            | 12      |
| Gambar 2.4 Pengecilan Saluran Mendadak .....                                                           | 13      |
| Gambar 2.5 Kehilangan Energi Pada Pembesaran Gradual .....                                             | 13      |
| Gambar 2.6 Geometri Lubang Tekanan Statik yang Direkomendasikan.....                                   | 15      |
| Gambar 2.7 Pengaruh Diameter Lubang dan Kecepatan Aliran Terhadap Kesalahan Pengukuran.....            | 15      |
| Gambar 2.8 Pengaruh Ujung Lubang dan Sumbu Lubang Terhadap Pengukuran Tekanan Statik.....              | 16      |
| Gambar 2.9 Manometer Miring .....                                                                      | 17      |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....                                                                | 19      |
| Gambar 3.2 Skema Alat Uji Pembesaran Mendadak .....                                                    | 20      |
| Gambar 3.3 Skema Alat Uji Pengecilan Mendadak.....                                                     | 21      |
| Gambar 4.3 Debit vs <i>Head Loss</i> Pembesaran Mendadak .....                                         | 28      |
| Gambar 4.4 Debit vs <i>Head Loss</i> Pengecilan Mendadak .....                                         | 30      |

## DAFTAR TABEL

|                                                           | Halaman |
|-----------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1 Koefisien Pada Pengecilan Gradual .....         | 14      |
| Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pembesaran Mendadak.....   | 23      |
| Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Pengecilan Mendadak .....  | 24      |
| Tabel 4.3 Hasil Pengolahan Data Pembesaran Mendadak ..... | 26      |
| Tabel 4.4 Hasil Pengolahan Data Pengecilan Mendadak.....  | 27      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                           | Halaman |
|-------------------------------------------|---------|
| Lampiran A. Data Pengujian.....           | 37      |
| Lampiran B. <i>Properties</i> Fluida..... | 39      |
| Lampiran C. Data Pengolahan .....         | 40      |
| Lampiran D. Foto-foto alat Pengujian..... | 43      |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam distribusi fluida gas dari satu tempat ke tempat lain umumnya digunakan saluran tertutup. Contoh distribusi udara menggunakan sistem saluran udara tertutup ialah *ducting*. Salah satu hal yang mempengaruhi proses pendistribusian udara adalah adanya kerugian energi atau *head loss*. Kerugian energi atau *head loss* dibagi menjadi dua macam yaitu *head loss major* dan *head loss minor*.

Bentuk-bentuk kerugian energi pada sistem aliran fluida antara lain dijumpai pada aliran dalam pipa. Kerugian-kerugian tersebut diakibatkan oleh adanya gesekan dengan dinding, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, percabangan pipa, pembesaran pipa, pengecilan pipa dan kerugian-kerugian khusus lainnya (Zainudin, dkk., 2012).

Dalam merancang sistem saluran tertutup untuk mengetahui besarnya kerugian minor sistem saluran dibutuhkan data berupa kecepatan aliran dan koefisien minor.

Pada pendistribusian aliran udara pembesaran dan pengecilan saluran banyak ditemukan baik di industri ataupun gedung-gedung besar lainnya. Dilihat dari jenis pembesaran dan pengecilan terdapat dua jenis pembesaran dan pengecilan yaitu secara gradual dan secara mendadak.

Dalam penelitian (Waspodo, 2017) dengan analisa sistem jaringan pipa pada sambungan pipa kombinasi diameter berbeda dengan menggunakan fluida berupa air menyatakan bahwa kehilangan tekanan pada pipa dengan diameter berbeda 63 ke 50 mm sebesar 0,40 m ( $H_L$ ) sedangkan 90 ke 63 mm sebesar 0,07 m ( $H_L$ ) jadi semakin besar pipa yang digunakan semakin kecil kerugian energi yang terjadi.

1. Pengujian dilakukan dengan pipa PVC dengan memvariasikan pembesaran dan pengecilan diameter 0,5 inchi, 1 inchi, 1,5 inchi, 2 inchi dan 10,5 inchi.
2. Fluida kerja yang digunakan adalah udara atmosfer.
3. Kecepatan yang diuji adalah aliran turbulen.
4. Pembesaran dan pengecilan digunakan tipe saluran mendadak.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai *head loss* ( $h_l$ ) terhadap nilai debit aliran ( $Q$ ). Nilai koefisien minor ( $K$ ) terhadap area rasio ( $d/D$ ).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat diajukan sebagai referensi untuk alat pendistribusian aliran udara yang akan dilanjutkan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA



- Benedict, R.P. 1982. *Fundamentals of Temperature, Pressure, and Flow Measurements, Third ed.*, John Wiley & Sons.
- Gunawan, Y., Hasbi, M., and Jaya M.S. 2017. 'Analisa Distribusi Tekanan Udara yang Melewati Elbow 90°'. Universitas Helu Oleo.
- Munson, Bruce.R, Young, Donald.F. 2002 *Fundamentals of Fluid Mechanics*, John Wiley & Sons.
- Negara, Wendy Priana. 2007. 'Perbandingan Analisis Pressure Drop Pada Pipa Lengkung 90°', Universitas Gunadarma.
- Orianto, M. and Pratikto, W. 1989 *Mekanika Fluida*, BPFE-Yogyakarta.
- Pritchard, Phillip J. 2011. "Fox and McDonald's *Introduction To Fluid Mechanics. Eight Edition*". John Wiley & Sons.
- Rahman, H. 2013. 'Kehilangan Head Aliran Akibat Perubahan Penampang Pipa PVC Diameter 12,7 mm (0,5 Inchi) dan 19,05 mm (0,75 Inchi)', Universitas Gunadarma.
- Sularso . 2000. *Pompa & Kompresor*. Pradnya Pramita.
- Waspodo. 2017. 'Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda', Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- White, F. M. 2011 *Fluid Mechanics*, Mc Graw Hill.
- Zainudin, Sayoga I , M, A and Nuarsa I, M. 2012. ' Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa', Universitas Mataram.