# PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Yang Maha Rahman dan Kuasa yang atas berkat kemurahan dan karunia-Nya lah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang ketauladanannya menjadi inspirasi bagi penulis agar selalu memberikan yang terbaik dalam segala aktivitas termasuk dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian skripsi ini, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sangat mendalam kepada :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Djoko Sutikno, M.Eng dan Ir. Endi Sutikno, MT selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah banyak memberikan keluangan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan berdiskusi dengan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST, MT selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan saran dalam pemilihan judul skripsi penulis.
5. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat mendukung penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin serta Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas bantuan dan kelancaran dalam hal administrasi dan surat menyurat.
7. Keluarga kecilku yang sederhana *my* bapak Amin Fredy, ST, MT; *my* ibuk Istiqomah; kedua *my* kakak Idho Ferditya Rakhman, ST dan Sukma Fatayati yang telah banyak memberikan motivasi dan memfasilitasi pendidikan penulis.
8. Seseorang yang spesial, Sari yang selalu ada tiap saat dan tidak pernah berhenti untuk selalu mendukung kesuksesan penulis.

9. Rekan-rekan Seleksi Alih Program (SAP) 2009 yakni Erol, Tin'tje, Kriboo, Embek, Suby, Tedjo, Kampez, B'li, Nanda Peh, dan Adi yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian dan memberikan masukan terhadap metode penelitian skripsi penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan Brawijaya M'06, M'07, M'08, M'09, M'10 serta Polinema M'06 yang telah banyak memberikan motivasi dan saran untuk perbaikan skripsi penulis.
11. Rekan-rekan asisten Laboratorium FDM dan Studio Rekayasa yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa isi dari skripsi ini masih jauh dari yang diharapkan karena keterbatasan disiplin ilmu yang dikuasai oleh penulis, oleh karena itu kritik serta saran yang konstruktif sangat diharapkan bagi penulis untuk perbaikan skripsi ini sehingga akan jauh lebih bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak terkait. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI


| | halaman |
|---|---|
| **PENGANTAR**..... | i |
| **DAFTAR ISI**..... | iii |
| **DAFTAR TABEL**..... | v |
| **DAFTAR GAMBAR**..... | vi |
| **DAFTAR LAMPIRAN**..... | viii |
| **DAFTAR SIMBOL**..... | ix |
| **RINGKASAN**..... | x |
| **BAB I PENDAHULUAN**..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 1 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**..... | 3 |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya..... | 3 |
| 2.2 Sifat-Sifat Fisik Fluida Cair..... | 3 |
| 2.2.1 Viskositas..... | 3 |
| 2.2.2 Tekanan..... | 6 |
| 2.2.3 Densitas..... | 6 |
| 2.2.4 Berat Jenis..... | 6 |
| 2.3 Jenis-Jenis Aliran Fluida Cair..... | 6 |
| 2.3.1 Aliran Laminar dan Turbulen..... | 7 |
| 2.4 Fluida *Compressible* dan *Incompressible*..... | 8 |
| 2.5 Analisis Aliran Fluida dalam Pipa..... | 8 |
| 2.5.1 Hukum Kontinuitas..... | 9 |
| 2.5.2 Persamaan Bernoulli untuk Fluida Ideal..... | 9 |
| 2.5.3 Persamaan Bernoulli untuk Fluida *Real*..... | 10 |
| 2.6 *Minor Losses* pada Belokan Pipa..... | 11 |
| 2.7 Hipotesis..... | 12 |

**BAB III METODE PENELITIAN**..... 13
3.1 Metode Penelitian..... 13
3.2 Variabel Penelitian..... 13
3.3 Alat-Alat yang Digunakan..... 13
3.4 Instalasi Penelitian..... 15
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian..... 16
3.6 Pengambilan Data..... 17
3.7 Teknik Analisis Data..... 20
3.8 Pembuatan Grafik dan Pembahasan..... 20
3.9 Diagram Alir Proses Penelitian..... 25
**BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**..... 26
4.1 Analisis Data..... 26
4.1.1 Data Hasil Penelitian..... 26
4.1.2 Contoh Perhitungan ..... 29
4.2 Pembahasan Grafik..... 31
4.2.1 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 2000 L/min..... 31
4.2.2 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1800 L/min..... 31
4.2.3 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1600 L/min..... 32
4.2.4 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1400 L/min..... 32
4.2.5 Grafik Hubungan Distribusi Tekanan terhadap Posisi Pengukuran untuk Debit 1200 L/min..... 33
4.2.6 Grafik Hubungan Kerugian *Head* terhadap Bilangan Reynold..... 35
4.2.7 Grafik Hubungan Koefisien Kerugian *Head* terhadap Bilangan Reynold..... 36
**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**..... 39
5.1 Kesimpulan..... 39
5.2 Saran..... 39
**DAFTAR PUSTAKA**
**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL


| No. | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Tabel 3.1 | Lembar observasi pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280 mm…….. | 18 |
| Tabel 3.2 | Lembar observasi pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm…….. | 19 |
| Tabel 3.3 | Distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280 mm……... | 19 |
| Tabel 3.4 | Distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm……... | 20 |
| Tabel 4.1 | Kerugian *head* pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280……. | 26 |
| Tabel 4.2 | Kerugian *head* pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm……. | 26 |
| Tabel 4.3 | Distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280 mm (rata-rata)…… | 27 |
| Tabel 4.4 | Distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm (rata-rata)……... | 28 |

## DAFTAR GAMBAR


| No. | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Gambar 2.1 | Fluida yang meregang dengan laju $\delta u \delta t$……. | 4 |
| Gambar 2.2 | Perilaku viskositas cairan....…… | 5 |
| Gambar 2.3 | Eksperimen ilustrasi jenis aliran dengan guratan zat pewarna yang khas…….... | 7 |
| Gambar 2.4 | Aliran *steady* dalam pipa…… | 9 |
| Gambar 2.5 | Aliran yang telah berkembang penuh antara 2 penampang dalam pipa miring…….. | 10 |
| Gambar 2.6 | (a) Belokan siku 90°, (b) Belokan *circular* 90°…….. | 11 |
| Gambar 2.7 | Profil aliran melewati belokan…… | 12 |
| Gambar 3.1 | Rotameter…… | 14 |
| Gambar 3.2 | Manometer air raksa…… | 14 |
| Gambar 3.3 | *Elbow* 90° dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm…….. | 15 |
| Gambar 3.4 | Instalasi alat penelitian…… | 16 |
| Gambar 3.5 | Posisi pengukuran tekanan pada *elbow*……... | 18 |
| Gambar 3.6 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 2000 L/min……. | 21 |
| Gambar 3.7 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1800 L/min……. | 21 |
| Gambar 3.8 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1600 L/min……. | 22 |
| Gambar 3.9 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1400 L/min…….. | 22 |
| Gambar 3.10 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1200 L/min…….. | 23 |
| Gambar 3.11 | Grafik hubungan kerugian *head* terhadap bilangan Reynold…….. | 23 |
| Gambar 3.12 | Grafik hubungan koefisien kerugian *head* terhadap bilangan Reynold…….. | 24 |
| Gambar 3.13 | Diagram alir penelitian …… | 25 |
| Gambar 4.1 | Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 2000 L/min……. | 31 |

Gambar 4.2 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1800 L/min……. 31
Gambar 4.3 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1600 L/min……. 32
Gambar 4.4 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1400 L/min…….. 32
Gambar 4.5 Grafik hubungan distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran untuk debit 1200 L/min…….. 33
Gambar 4.6 Simulasi *contur pressure* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm……. 34
Gambar 4.7 Simulasi *contur pressure* pada *radius* kelengkungan 280 mm…….. 34
Gambar 4.8 Grafik hubungan kerugian *head* terhadap bilangan Reynold…….. 35
Gambar 4.9 Grafik hubungan koefisien kerugian *head* terhadap bilangan Reynold…….. 36
Gambar 4.10 Simulasi *streamline* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm……. 37
Gambar 4.11 Simulasi *streamline* pada *radius* kelengkungan 280 mm…….. 38

## DAFTAR LAMPIRAN


| No. | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Lampiran 1. | Data lembar observasi pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280 mm……. | |
| Lampiran 2. | Data distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 280 mm……. | |
| Lampiran 3. | Data lembar observasi pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm……. | |
| Lampiran 4. | Data distribusi tekanan pada *elbow* dengan *radius* kelengkungan 92,5 mm……. | |

## DAFTAR SIMBOL

| Besaran Dasar | Satuan dan Singkatannya | Simbol |
|---|---|---|
| Viskositas kinematis | meter persegi per detik atau $m^2$/det | υ |
| Tekanan | Newton per meter persegi atau $N/m^2$ | $P$ |
| Berat jenis | Newton per meter kubik atau $N/m^3$ | γ |
| Tinggi tekan | meter atau m | $h$ |
| Densitas | kilogram per meter kubik atau $kg/m^3$ | $\rho$ |
| Percepatan gravitasi | meter per detik persegi atau $m/det^2$ | $g$ |
| Reynold | - | $Re$ |
| Diameter | meter atau m | $D$ |
| Debit | meter kubik per detik atau $m^3$/det | $Q$ |
| Luas penampang | meter persegi atau $m^2$ | $A$ |
| Kecepatan rata-rata | meter per detik atau m/det | $V$ |
| Kerugian *head* | meter air atau $mH_2O$ | $hl$ |
| Koefisien kerugian *head* | - | $Kl$ |

repository.ub.ac.id

# RINGKASAN

**Rendy Pramanta**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2012, *Analisis Distribusi Tekanan Dan Kerugian Head Pada Elbow Dengan Variasi Radius Kelengkungan,* Dosen Pembimbing : Djoko Sutikno dan Endi Sutikno.

Setiap zat yang mengalami gerakan atau berpindah dari tempat yang satu ke tempat yang lain sangat dipengaruhi oleh kondisi fluida seperti adanya perubahan tekanan dan kecepatan, akibatnya terjadi pengurangan energi pada fluida itu sendiri. Adanya *elbow* dalam suatu saluran akan menyebabkan terjadinya kerugian *head* pada aliran. Besar kecilnya kerugian *head* yang terjadi pada aliran yang melalui *elbow* tersebut dapat dipengaruhi oleh besarnya *radius* kelengkungan dan sudut belok dari *elbow* itu sendiri. Timbulnya distribusi tekanan fluida pada *elbow* akibat pola aliran dan gesekan antara aliran itu sendiri dengan dinding *elbow* juga dipengaruhi oleh besarnya *radius* kelengkungan. *Radius* kelengkungan merupakan paramater pemilihan desain *elbow* dalam suatu sistem aliran. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variasi *radius* kelengkungan terhadap distribusi tekanan dan kerugian *head* pada *elbow*.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi debit air yaitu 1200 L/min; 1400 L/min; 1600 L/min; 1800 L/min; 2000 L/min dan variasi *radius* kelengkungan yaitu 92,5 mm dan 280 mm. Tekanan fluida, kerugian *head*, serta koefisien kerugian *head* merupakan variabel terikat.

Hasil penelitian menunjukkan *trend* distribusi tekanan pada *radius* kelengkungan 92,5 mm dan 280 mm yang hampir sama. Pada debit yang sama, tekanan pada *radius* kelengkungan 280 mm dengan masing-masing posisi pengukuran tiap daerahnya lebih besar daripada *radius* kelengkungan 92,5 mm. Tekanan yang paling tinggi pada *radius* kelengkungan 92,5 mm dan 280 mm sama-sama terjadi pada posisi pengukuran 3 daerah I. Tekanan yang paling kecil pada *radius* kelengkungan 92,5 mm dan 280 mm sama-sama terjadi pada posisi pengukuran 3 daerah III. Semakin besar bilangan Reynold, maka kerugian *head* dan koefisien kerugian *head* yang terjadi semakin besar. Kerugian *head* dan koefisien kerugian *head* pada *radius* kelengkungan 92,5 mm sama-sama lebih besar daripada *radius* kelengkungan 280 mm.

Kata kunci: *elbow*, *radius* kelengkungan, bilangan Reynold, distribusi tekanan, kerugian *head*, koefisien kerugian *head*.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA