

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 dan dosen wali penulis yang telah banyak memberikan saran bagi penulis.
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 Widhiyanuriawan, 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 Cemara yang sederhana Bapakku Jahuri; Ibukku Sumarti, Spd; kedua adikku Shelma dan Rafael yang telah banyak memberikan motivasi dan memfasilitasi pendidikan penulis.

8. *Special someone*, Novrina yang selalu menemani saat suka dan duka dan tidak pernah berhenti untuk selalu mendukung kesuksesan penulis.
9. Rekan-rekan Seleksi Alih Program (SAP) 2009 yakni Choirul, Henry, Dicky, Agus, Subhaan, Rendy, Bagus, Saiful, Yudik, Ardiansyah, 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 | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya | 4 |
| 2.2 Definisi Fluida | 4 |
| 2.3 Sifat-sifat Fluida | 5 |
| 2.3.1 Viskositas | 5 |
| 2.3.2 Kerapatan (<i>density</i>) | 7 |
| 2.4 Aliran <i>Inviscid</i> dan aliran <i>viscid</i> | 8 |
| 2.5 Lapisan Batas | 8 |
| 2.6 Persamaan-persamaan Dasar Aliran Fluida | 9 |
| 2.6.1 Persamaan Kontinuitas | 9 |
| 2.6.2 Persamaan Bernoulli | 10 |
| 2.7 Aliran Fluida | 11 |
| 2.7.1 Klasifikasi Aliran | 11 |
| 2.7.2 Tipe-tipe Aliran | 11 |
| 2.8 Bilangan Reynold | 12 |
| 2.9 Head | 13 |
| 2.10 <i>Elbow</i> | 14 |
| 2.11 Tekanan dalam Fluida | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 2.12 Hipotesis | 16 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 18 |
| 3.1 Metode Penelitian | 18 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian | 18 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 18 |
| 3.4 Peralatan Penelitian | 19 |
| 3.5 Instalasi Penelitian | 21 |
| 3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian | 22 |
| 3.7 Rencana Pengambilan Data | 23 |
| 3.8 Teknik Analisa Data | 26 |
| 3.9 Pembuatan Grafik dan Pembahasan | 27 |
| 3.10 Diagram Alir Proses Penelitian | 30 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1 Analisa Data | 31 |
| 4.1.1 Data hasil penelitian | 31 |
| 4.1.2 Contoh perhitungan | 33 |
| 4.2 Pembahasan Grafik | 36 |
| 4.2.1 Grafik pengaruh distribusi tekanan terhadap posisi pengukuran dengan variasi debit air dan variasi diameter | 36 |
| 4.2.2 Grafik hubungan kerugian <i>head</i> terhadap Bilangan Reynold pada variasi debit air dan variasi diameter | 42 |
| 4.2.3 Grafik hubungan koefisien kerugian <i>head</i> terhadap Bilangan Reynold pada variasi debit air dan variasi diameter | 44 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 46 |
| 5.2 Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

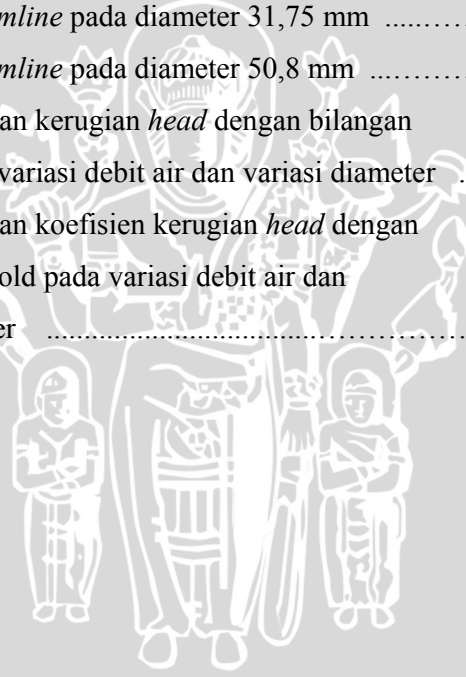
| No. | Judul | Halaman |
|-----------|--|---------|
| Tabel 3.1 | Lembar observasi pada <i>elbow</i> dengan variasi diameter 31,75 mm dan 50,8 mm | 24 |
| Tabel 3.2 | Distribusi tekanan pada <i>elbow</i> dengan variasi diameter 31,75 mm dan 50,8 mm | 25 |
| Tabel 4.1 | Lembar observasi pada <i>elbow</i> dengan variasi diameter 31,75 mm dan 50,8 mm | 31 |
| Tabel 4.2 | Distribusi tekanan pada <i>elbow</i> 90° standar dengan diameter 1¼” (31.75 mm) dan 2” (50,8 mm) | 32 |
| Tabel 4.3 | Kerugian <i>head</i> pada <i>elbow</i> 90° standar dengan diameter 1¼” (31.75 mm) dan 2” (50,8 mm) | 33 |



DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul | Halaman |
|-------------|---|---------|
| Gambar 2.1 | Fluida yang meregang dengan laju <i>dudt</i> | 6 |
| Gambar 2.2 | Struktur <i>boundary layer</i> | 9 |
| Gambar 2.3 | Aliran yang telah berkembang penuh antara 2 penampang dalam pipa miring | 11 |
| Gambar 2.4 | Eksperimen Ilustrasi Jenis Aliran dengan Guratan Zat Pewarna yang Khas | 13 |
| Gambar 2.5 | Efek bilangan bilangan Reynolds terhadap koefisien kerugian pada elbow 90° | 15 |
| Gambar 2.6 | a) Belokan siku 90° (b) Belokan <i>circular</i> 90° | 15 |
| Gambar 2.7 | Profil aliran melewati belokan | 17 |
| Gambar 3.1 | <i>Flowmeter</i> | 20 |
| Gambar 3.2 | Manometer Air Raksa | 20 |
| Gambar 3.3 | Penampang <i>elbow</i> 90° | 21 |
| Gambar 3.4 | Instalasi penelitian | 22 |
| Gambar 3.5 | Posisi titik pengukuran pada <i>elbow</i> 90° | 24 |
| Gambar 3.6 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada Q = 2000 L/min | 26 |
| Gambar 3.7 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada Q = 1800 L/min | 27 |
| Gambar 3.8 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada Q = 1600 L/min | 27 |
| Gambar 3.9 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada Q = 1400 L/min | 28 |
| Gambar 3.10 | Grafik hubungan <i>distribusi</i> tekanan dengan posisi pengukuran pada Q = 1200 L/min | 28 |
| Gambar 3.11 | Grafik hubungan kerugian <i>head</i> terhadap bilangan Reynold | 29 |
| Gambar 3.12 | Grafik hubungan koefisien kerugian <i>head</i> terhadap bilangan Reynold | 29 |
| Gambar 3.13 | Diagram Alir Penelitian | 30 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.1 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada $Q = 2000$ L/min | 36 |
| Gambar 4.2 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada $Q = 1800$ L/min | 37 |
| Gambar 4.3 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada $Q = 1600$ L/min | 37 |
| Gambar 4.4 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada $Q = 1400$ L/min | 38 |
| Gambar 4.5 | Grafik hubungan distribusi tekanan dengan posisi pengukuran pada $Q = 1200$ L/min | 38 |
| Gambar 4.6 | Simulasi <i>contur pressure</i> pada diameter 31,75 mm | 40 |
| Gambar 4.7 | Simulasi <i>contur pressure</i> pada diameter 50,8 mm | 40 |
| Gambar 4.8 | Simulasi <i>streamline</i> pada diameter 31,75 mm | 41 |
| Gambar 4.9 | Simulasi <i>streamline</i> pada diameter 50,8 mm | 41 |
| Gambar 4.10 | Grafik hubungan kerugian <i>head</i> dengan bilangan Reynold pada variasi debit air dan variasi diameter | 42 |
| Gambar 4.11 | Grafik hubungan koefisien kerugian <i>head</i> dengan bilangan Reynold pada variasi debit air dan variasi diameter | 44 |



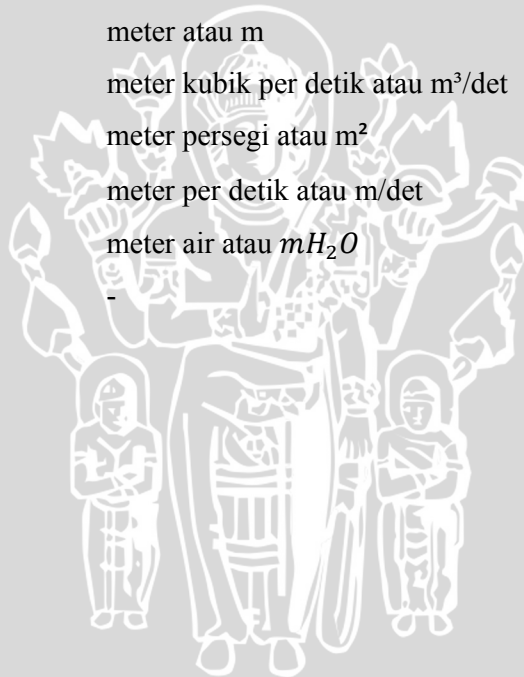
DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Lampiran 1. | Data hasil pengujian pertama pada <i>elbow</i> dengan $D = 1\frac{1}{4}$ " (31,75 mm) dan 2" (50,8 mm) | 48 |
| Lampiran 2. | Data hasil pengujian kedua pada <i>elbow</i> dengan $D = 1\frac{1}{4}$ " (31,75 mm) dan 2" (50,8 mm) | 49 |
| Lampiran 3. | Data distribusi tekanan hasil pengujian I pada <i>elbow</i> dengan $D = 1\frac{1}{4}$ " (31,75 mm) dan 2" (50,8 mm) | 50 |
| Lampiran 4. | Data distribusi tekanan hasil pengujian II pada <i>elbow</i> dengan $D = 1\frac{1}{4}$ " (31,75 mm) dan 2" (50,8 mm) | 51 |
| Lampiran 5. | Viskositas dan densitas air pada 1 atm | 52 |
| Lampiran 6. | Simulasi <i>contur pressure</i> dan <i>streamline</i> pada variasi diameter 31,75 mm | 53 |
| Lampiran 7. | Simulasi <i>contur pressure</i> dan <i>streamline</i> pada variasi diameter 50,8 mm | 54 |



DAFTAR SIMBOL

| Besaran Dasar | Satuan dan Singkatannya | Simbol |
|--------------------------------|--|----------|
| Viskositas kinematis | meter persegi per detik atau m^2/det | ν |
| 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 | ρ |
| 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 <i>head</i> | meter air atau mH_2O | hl |
| Koefisien kerugian <i>head</i> | - | Kl |



RINGKASAN

Nanda Dianloga prayoga, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2011, *Analisis Distribusi Tekanan Dan Kerugian Head Pada Elbow Dengan Variasi Diameter*, Dosen Pembimbing : Djoko Sutikno dan Endi Sutikno.

Elbow 90° merupakan salah satu jenis sambungan pada sistem perpipaan berbentuk melengkung. Dalam suatu instalasi sistem perpipaan pada umumnya terdapat belokan (*elbow*). Dengan adanya *elbow*, efisiensi dari suatu sistem pengaliran fluida menjadi tidak maksimal. Hal ini disebabkan terjadinya kerugian tekanan pada aliran yang diakibatkan oleh perubahan arah aliran fluida yang melalui saluran tersebut.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variasi diameter *elbow* terhadap distribusi tekanan, kerugian *head* dan koefisien kerugian *head* yang terjadi. Variasi diameter *elbow* yang dipilih sebesar 50,8 mm dan 31,75 mm. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data tekanan pada kedua variasi diameter dengan 15 posisi pengukuran dan lima variasi debit fluida sebesar 1200 hingga 2000 liter/jam dengan kenaikan 200 liter/jam.

Hasil penelitian menunjukkan *trend* grafik distribusi tekanan yang hampir sama pada variasi diameter 50,8 mm maupun 31,75 mm, sedangkan besarnya nilai tekanan pada kedua variasi diameter paling besar terjadi pada posisi pengukuran 1; 2; 3; 4 dan 5 daerah I, dan puncaknya terdapat pada posisi pengukuran 3 pada daerah I. Pada *elbow* dengan diameter 50,8 mm secara keseluruhan memiliki nilai tekanan lebih besar dibanding diameter 31,75 karena semakin besar diameter *elbow* maka kecepatan aliran menurun sehingga tekanan meningkat. Hasil penelitian juga menunjukkan *elbow* dengan diameter 31,75 mm memiliki kerugian *head* dan koefisien kerugian *head* lebih besar dibandingkan *elbow* dengan diameter 50,8 hal ini dikarenakan besarnya nilai kerugian *head* dan koefisien kerugian *head* dipengaruhi oleh besarnya nilai kecepatan aliran dan bilangan Reynold pada kedua variasi diameter.

Kata Kunci : *Elbow*, diameter, bilangan Reynold, distribusi tekanan, kerugian *head*, koefisien kerugian *head*.