

PERANCANGAN ALAT UJI GESEKAN ALIRAN DI DALAM SALURAN

Jhon Fiter Siregar dan Jorfri B. Sinaga

Jurusan Teknik Mesin, UNILA

Gedung H Fakultas Teknik, Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1

Gedungmeneng, Bandarlampung (35145)

Telp.: (0721) 3555519, Fax: (0721) 704947

E-mail: jorfri6@yahoo.com

Abstract

Mechanical Engineering Department, University of Lampung has been established since 1998 and implementation of the learning process at this Department supported by ten laboratories. One of these laboratory is laboratory of Mechanical fundamental phenomena. But testing equipment available until now in this laboratory is still lacking. In this paper is given, design an analysis of test result of friction flow in channel testing equipment, with channels used are: circle, triangle, square with hydraulic diameter of $D_h \approx 1 \text{ m}$. Results of testing equipment show relationship between friction factor f and Reynolds number close to the graph on Moody diagram in the textbook of fluid mechanics. That means, this friction flow in channel testing equipment can be used to support laboratory work of mechanical fundamental phenomena in the Mechanical Department Engineering, University of Lampung.

Keywords: *Design, friction factor, laboratory work, mechanical fundamental phenomena.*

PENDAHULUAN

Jurusan Teknik Mesin adalah salah satu jurusan yang terdapat di Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jurusan ini berdiri sejak tahun 1998 dengan adanya bantuan dana dari EEDP dan HEDS-Project. Bantuan berupa pengembangan sumber daya manusia, laboratorium, bangunan fisik serta fasilitas pembelajaran dan kantor. Tujuan pendirian Jurusan Teknik Mesin ini adalah: (1) Menghasilkan lulusan yang memiliki pola berpikir wajar, logis, dan rasional dengan bekal pengetahuan dasar Teknik Mesin untuk dapat menganalisis dan mensintesis karakteristik mesin. (2) Menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan dalam menciptakan solusi baru, mengadopsi solusi lama, dan memakai pengetahuan yang diperoleh dalam ilmu konversi energi, perancangan dan konstruksi, material dan manufacture. (3) Menghasilkan lulusan yang dapat memodelkan dan memprediksi perilaku peralatan teknik melalui aplikasi prinsip-prinsip sains dan teknologi.

Salah satu misi yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melaksanakan proses pembelajaran yang efektif dan efisien dengan meningkatkan sarana dan prasarana untuk mendukung proses pembelajaran diantaranya adalah peralatan laboratorium.

Pelaksanaan proses pembelajaran yang dilakukan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung sampai saat ini didukung oleh sepuluh laboratorium yaitu: Laboratorium CNC, Laboratorium *Drafting*, Laboratorium Teknologi Mekanik, Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Laboratorium Komputer, Laboratorium Motor Bakar, Laboratorium Material, Laboratorium Meaknika Fluida, Laboratorium Metrologi Industri, dan Laboratorium Termodinamika. Laboratorium-laboratorium ini digunakan sebagai sarana penelitian bagi para dosen dan mahasiswa serta untuk pelaksanaan mata kuliah praktikum yang ada di kurikulum Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Salah satu mata kuliah praktikum yang ada di kurikulum Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung adalah Praktikum Fenomena Dasar

Mesin.

Praktikum fenomena dasar mesin ini dilaksanakan bertujuan agar mahasiswa mampu memahami dan mengukur parameter-parameter dalam fenomena dasar mesin dan penggunaan instrumentasi untuk mengukur parameter-parameter tersebut. Namun alat pengujian untuk melaksanakan Praktikum Fenomena Dasar Mesin masih sangat kurang, dimana pengujian yang dilakukan sampai saat ini yaitu pengujian fenomena dasar mesin dalam bidang konstruksi dan perancangan seperti: bifilar suspensi, putaran kritis poros, dan pengujian getaran. Hal ini diakibatkan oleh keterbatasan dana untuk penyediaan alat-alat praktikum di laboratorium. Untuk melengkapi kekurangan alat pengujian pada pelaksanaan praktikum fenomena dasar mesin, maka perlu dirancang tambahan alat pengujian gesekan aliran di dalam saluran. Rancang bangun alat ini juga merupakan lanjutan dari pembuatan model alat uji gesekan aliran di dalam pipa yang ada sebelumnya [1]. Dimana hasil pembuatan model alat uji gesekan aliran di dalam pipa ini sangat mudah dilakukan dan harganya relatif murah. Hal ini dapat dilihat dari alat-alat yang digunakan untuk pembuatan mudah di jumpai di bengkel- bengkel serta komponen-komponen yang digunakan mudah di dapat di pasaran dan hasil pengujian model alat uji gesekan aliran didalam pipa juga telah diberikan oleh [2]. Dari data hasil pengujian yang dilakukan pada alat uji gesekan aliran yang telah dibuat tersebut belum dapat menunjukkan pengaruh bentuk penampang terhadap gesekan aliran. Maka penulis ingin merancang alat uji gesekan aliran dengan berbagai bentuk penampang saluran seperti: lingkaran, segitiga, dan persegi empat supaya dapat diketahui pengaruh bentuk penampang terhadap gesekan aliran di dalam saluran. Rancang bangun alat ini juga merupakan lanjutan kegiatan pengadaan alat-alat praktikum yang telah dilakukan sebelumnya di Laboratorium Mekanika Fluida, Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, seperti pembuatan alat pengujian pompa *hydram* [3] dan turbin air [4].

METODE PENELITIAN

Perancangan alat ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida Teknik Mesin Universitas Lampung. Dalam perancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran meliputi 4 tahapan, adapun tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut:

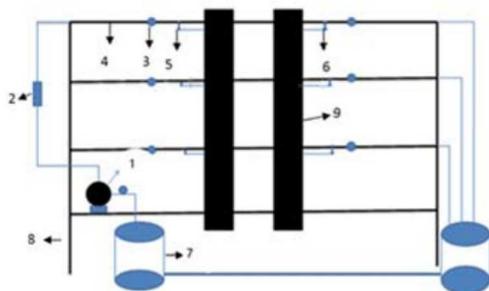
1. Tahapan Persiapan

Persiapan perancangan ini difokuskan dengan melakukan studi literatur dan mengumpulkan bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam perancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran. Pemilihan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan alat uji gesekan aliran yaitu:

1. Pompa Sentrifugal
Digunakan untuk mengalirkan air kedalam saluran.
2. Alat ukur laju aliran volume
Alat ukur laju aliran volume yang digunakan untuk mengukur laju aliran volume air adalah jenis *float type variable area flow meter*.
3. Dimmer
Digunakan untuk mengatur arus listrik pada pompa dan mengatur variasi laju aliran air didalam saluran.
4. Manometer
Untuk mengetahui tekanan pada saluran masuk dan keluar saluran. Jenis manometer yang digunakan adalah manometer tabung U.
5. Bahan
Bahan yang digunakan untuk saluran adalah galvanis, besi tempa dan PVC dengan diameter hidrolis saluran $D_h \approx 1$ in.

2. Perancangan Alat

Pada tahap ini dibuat rancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan alat uji gesek aliran di dalam saluran.

Keterangan gambar:

1. Pompa
2. Alat pengukur laju aliran air
3. Katup penutup aliran
4. Pipa dan saluran yang diuji
5. Sensor pengukur tekanan aliran masuk
6. Sensor pengukur tekanan aliran keluar
7. Bak penampung aliran air
8. Kerangka dudukan alat uji.
9. Manometer

Persamaan model matematika untuk menghitung kerugian gesekan aliran di dalam saluran yang digunakan adalah [5]:

1. Koefisien Gesek

Untuk mencari koefisien gesek digunakan rumus sebagai berikut:

$$f = \frac{\Delta P \cdot D \cdot 2g}{\gamma_{air} \cdot L \cdot V^2} \quad (1)$$

Dimana f adalah koefisien gesek, ΔP adalah beda tekanan pada aliran masuk dan keluar (Pa), D adalah diameter saluran (m), g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), γ_{air} adalah berat jenis air (N/m^3), L adalah panjang (m), dan V adalah kecepatan aliran fluida (m/s).

2. Kecepatan Aliran Fluida

Koefisien gesek dipengaruhi oleh kecepatan, kecepatan aliran fluida dihitung menggunakan persamaan:

Dimana Q adalah debit aliran (m^3/s) dan

A adalah Luas Penampang (m^2).

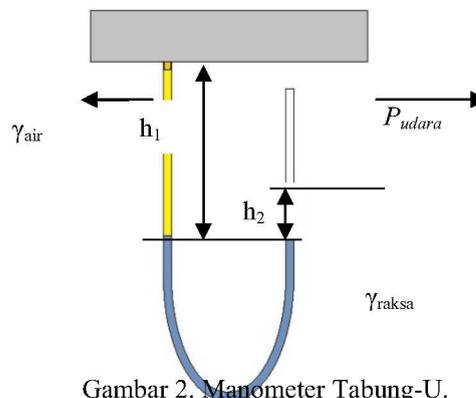
3. Bilangan Reynold

Koefisien gesek juga dipengaruhi oleh tipe aliran yang terjadi didalam saluran. Dimana tipe aliran dapat dibagi menurut bilangan Reynold Re , nilai bilangan Reynold dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

Dimana Re adalah bilangan Reynold, ρ adalah Rapat massa (Kg/m^3), dan μ adalah viskositas ($Kg/m.s$). Aliran laminar bilangan Reynoldnya $Re < 2300$, aliran transisi bilangan Reynold $2300 < Re < 4000$ dan aliran turbulen bilangan Reynold $Re > 4000$ [6].

4. Tekanan

Tekanan aliran masuk dan keluar pada alat manometer air raksa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:



Gambar 2. Manometer Tabung-U.

$$P = P_{udara} - (\gamma_{air} \cdot h_1) + \gamma_{raksa} \cdot h_2 \quad (4)$$

Dimana h_1 , h_2 , adalah Ketinggian Manometer Air Raksa (m), γ_{raksa} adalah Berat Jenis Air Raksa (N/m^3).

3. Pembuatan dan Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan uji gesekan aliran di dalam saluran,

kemudian dilakukan pembuatan hasil rancangan tersebut dan kemudian dilakukan pengujian di Laborotorim Mekanik Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, proses pembuatan dimulai dari:

- a. Pembuatan saluran uji
Memilih bahan saluran dan kelengkapannya yang terdapat di pasaran dan membuat penampang saluran segitiga dengan diameter hidrolis $D_h \approx 1$ in.
- b. Pembuatan sensor tekanan
Sensor tekanan yang digunakan terbuat dari pipa tembaga dengan diameter 5 mm, dimana sensor tekanan diletakkan pada tepi dinding saluran .
- c. Merangkai dan menguji
Setelah semua alat dan bahan yang dibutuhkan siap, lalu dirangkai pada kedudukan alat uji gesekan sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat seperti pada Gambar 1. Kemudian dipasang manometer yang terbuat dari pipa plastik dengan diameter 5mm, dan dipasangkan pada papan yang dilapisi dengan kertas milimeter untuk mempermudah menghitung ketinggian manometer. Setelah alat uji selesai dirangkai selanjutnya dilakukan pengujian untuk memperoleh hubungan antara koefisien gesekan f terhadap bilangan Reynold Re , penampang saluran dan bahan saluran. Data-data yang diperoleh dari pengujian adalah:
 - a) Laju aliran air didalam saluran (LPM).
 - b) Tinggi kolom aliran raksa manometer tabung-U pada aliran masuk dan keluar saluran.

Prosedur pengujian yang dilakukan pada saat pengambilan data adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan fluida dalam penampungan air.

- b. Memeriksa keadaan katup-katup pada saluran lingkaran, saluran persegi empat dan saluran segitiga yang akan diuji. Jika yang akan diuji saluran persegi, maka katup pada saluran tersebut dibuka sedangkan katup pada saluran lingkaran dan saluran segitiga ditutup.
- c. Setelah itu pompa dihidupkan, lalu diatur laju aliran volume didalam saluran dengan cara memutar dimmer sesuai dengan laju aliran volume yang diinginkan yang terbaca pada *flow meter*.
- d. Kemudian dilakukan pengambilan data laju aliran volume dan beda ketinggian kolom air raksa h_1 dan h_2 pada manometer.

4. Analisis Data

Data-data dari hasil pengujian kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan hasil-hasil perhitungan teori-teori yang diperoleh dari buku mekanika fluida [5], untuk mengetahui apakah hasil pengujian rancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran ini dapat digunakan untuk menjelaskan pengaruh parameter-parameter kecepatan aliran, bentuk penampang, dan bahan saluran terhadap kerugian gesekan yang terjadi di dalam saluran, sebelum digunakan pada Praktikum Fenomena Dasar Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

Setelah pengujian dilakukan, kemudian data yang diperoleh dimasukkan kedalam Persaman 1 sampai 4. untuk mengetahui hubungan antara faktor gesekan f dengan bilangan Reynold Re , penampang saluran dan bahan saluran pada rancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun alat uji gesekan aliran di dalam saluran dapat dilihat dalam Gambar 3. Setelah dilakukan pengujian alat uji

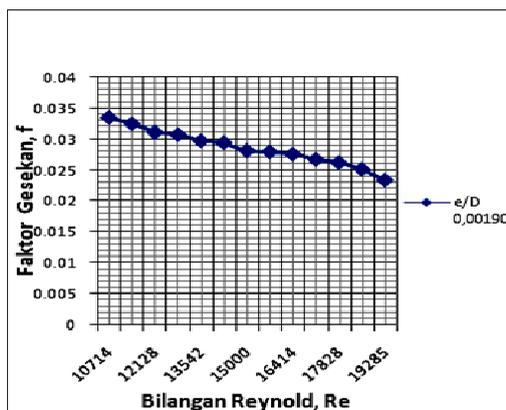
gesekan aliran di dalam saluran lingkaran, segitiga, dan persegi empat, maka diperoleh grafik hubungan antara faktor gesekan f dan bilangan Reynold Re untuk masing-masing saluran. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4,5,6,7,dan 8.



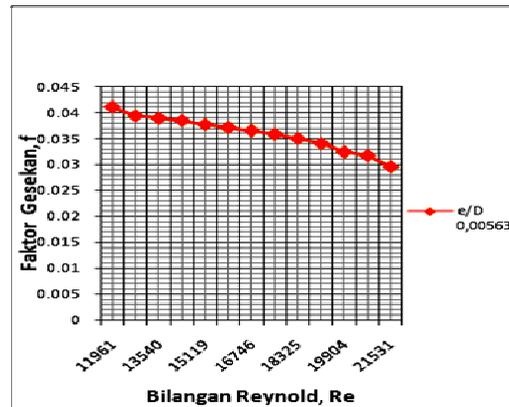
Gambar 3. Hasil perancangan alat uji gesekan di dalam saluran.

Keterangan gambar:

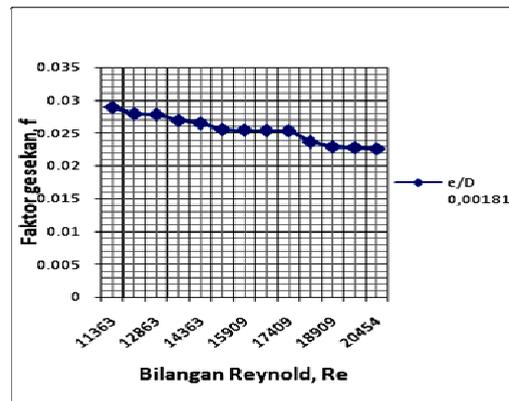
- 1.Saluran segitiga yang akan di uji
- 2.Katup pengatur aliran saluran yang akan di uji
- 3.Manometer
- 4.Saluran lingkaran yang akan di uji
- 5.Flow meter
- 6.Saluran persegi empat yang akan di uji
- 7.Dimmer
- 8.Pompa sentrifugal
- 9.Rangka dudukan alat uji gesekan aliran
- 10.Penampungan air



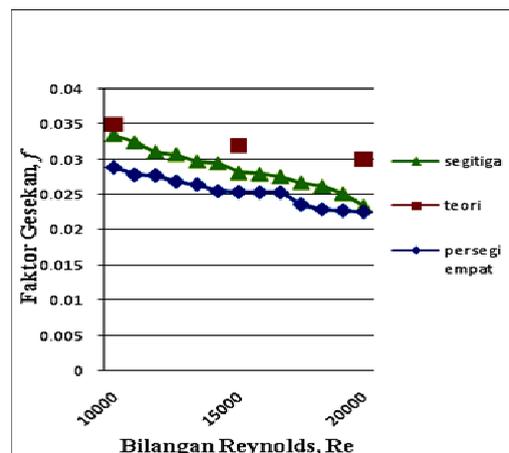
Gambar 4. Grafik hubungan antara bilangan Reynold Re dan faktor gesekan f pada saluran segitiga.



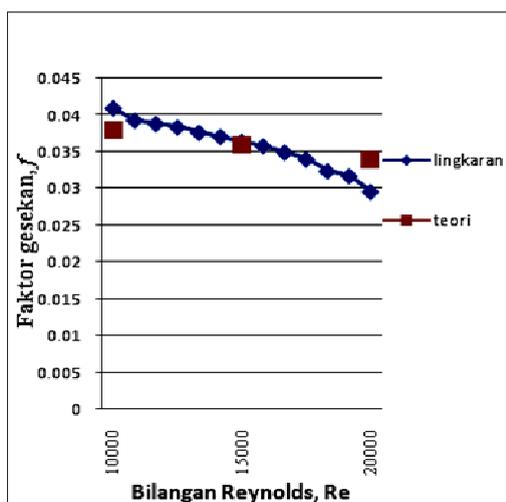
Gambar 5. Grafik hubungan antara bilangan Reynold Re dan faktor gesekan f pada saluran lingkaran.



Gambar 6. Grafik hubungan antara bilangan Reynold Re dan faktor gesekan f pada saluran persegi empat.



Gambar 7. Grafik hubungan antara data aktual dan teoritik bahan besi tempa.



Gambar 8. Grafik hubungan antara data aktual dan teoritik bahan galvanis.

Dari hasil pengujian terlihat faktor gesekan yang terbesar terdapat pada aliran saluran lingkaran dengan bahan galvanis dibandingkan dengan saluran segitiga dan persegi empat dengan bahan besi tempa. Maka dapat disimpulkan koefisien gesek yang terjadi pada aliran didalam saluran dipengaruhi oleh kecepatan aliran, jenis bahan saluran dan penampang saluran.

Hasil pengujian alat uji gesekan aliran di dalam saluran ini juga menunjukkan bahwa grafik hubungan antara bilangan Reynold Re dan faktor gesekan f yang dihasilkan mendekati dengan grafik yang digambarkan pada diagram Moody. Dengan demikian hasil rancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran ini dapat digunakan untuk mendukung pelaksanaan Praktikum Fenomena Dasar Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Semakin besar bilangan Reynold Re maka semakin kecil koefisien gesek f yang terjadi.
2. Koefisien gesek yang terjadi pada aliran didalam saluran dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan jenis bahan saluran dimana pada saluran lingkaran dengan

bahan galvanis lebih besar dibandingkan dengan saluran segitiga dan persegi empat dengan bahan besi tempa.

3. Hasil pengujian alat uji gesekan aliran menunjukkan Grafik hubungan antara faktor gesekan f dan bilangan Reynold Re yang dihasilkan mendekati dengan grafik yang digambarkan pada diagram Moody dengan demikian hasil rancangan alat uji gesekan aliran di dalam saluran ini dapat digunakan untuk mendukung pelaksanaan Praktikum Fenomena Dasar Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Situmorang, A., 2011. "Pembuatan Model Alat Uji Gesekan Aliran di Dalam Pipa", *Proyek Akhir Diploma Teknik Mesin*, Universitas Lampung.
- [2] Kurniawan, I., 2011. "Pengujian Model Alat Uji Gesekan Aliran di Dalam Pipa", *Proyek Akhir Diploma Teknik Mesin*, Universitas Lampung.
- [3] Sinaga, J. B., 2009. Perancangan Alat Pengujian Pompa Tanpa Motor (*Hydrum Pump*) untuk Mendukung Pelaksanaan Praktikum Prestasi Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, Dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lampung.
- [4] Sinaga, J. B., 2010., Perancangan Alat Pengujian Model Turbin Air Aliran Silang (*Cross Flow*) untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), Dalam: Prosiding Seminar Nasional Ritektra 2010, Jakarta.
- [5] Fox, R. W, and Mc Donald, A. T. 1995. *Introduction to Fluid Mechanics*. Penerbit John Wiley. New York.
- [6] Olson, R. M. and Wright, S. J. 1990. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [7] Munson, B.R., Young, D. F. And Okiishi, T. H. 2003. *Mekanika Fluida*. Penerbit Erlangga. Jakarta