

Pembangunan Kit Amali Geseran Dalam Paip Bagi Kursus Mekanik Bendalir di Politeknik

Siti Salwa binti Samsuri¹, Siti Rohanah binti Murad², Nor Ruzanna binti Abd Rahman³

^{1,2,3}Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah, Kedah

¹salwa1909@gmail.com, ²ctrohanah@gmail.com, ³norruzanna@yahoo.com.sg

ABSTRACT

Fluid Mechanics is a core course in the curriculum structure of the Diploma in Mechanical Engineering at the Polytechnic. The main component of this course consists of theory and practical related topics in Fluid Mechanics. The practical equipment used must be complete and meet the requirements of the syllabus. The main objective of this study is to develop a pipe friction practical kit for the Fluid Mechanics course and make an analysis to obtain the value of the friction coefficient from the developed kit. Some of the parameters that are studied to obtain the value of energy loss are changes in pipe diameter, flow velocity and pipe length. As a result of the findings, the main factor that affects the value of the friction coefficient is the fluid flow velocity in the pipe. In conclusion, this developed kit has achieved the set objectives and is a teaching aid for practice in the Fluid Mechanics course.

Keywords : *Fluid Mechanics Course, Teaching Aids, Practice Kits.*

ABSTRAK

Mekanik Bendalir merupakan kursus teras dalam struktur kurikulum Diploma Kejuruteraan Mekanikal di Politeknik. Komponen utama kursus ini terdiri daripada teori dan amali yang berkaitan topik dalam Mekanik Bendalir. Peralatan amali yang digunakan perlu lengkap dan menepati kehendak silibus. Objektif utama kajian ini adalah membangunkan kit amali geseran paip bagi kursus Mekanik Bendalir dan membuat analisa bagi mendapatkan nilai pekali geseran daripada kit yang dibangunkan. Beberapa parameter yang dikaji bagi mendapatkan nilai kehilangan tenaga iaitu perubahan diameter paip, halaju aliran dan panjang paip. Hasil dapatan yang diperoleh, faktor utama yang mempengaruhi nilai pekali geseran adalah halaju aliran bendalir dalam paip. Kesimpulannya, kit yang dibangunkan ini telah mencapai objektif yang ditetapkan dan sebagai Bahan Bantu Mengajar (BBM) bagi amali dalam kursus Mekanik Bendalir.

Kata kunci: *Kursus Mekanik Bendalir, Bahan Bantu Mengajar, Kit Amali.*

I. PENDAHULUAN

Kementerian Pendidikan Tinggi telah melancarkan satu pelan tindakan dalam memperkasakan sektor pendidikan tinggi negara menerusi Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (Pendidikan Tinggi)

2015-2025 PPPM (PT) [1]. Sepuluh lonjakan utama terkandung dalam PPPM (PT), antaranya adalah Lonjakan ke-4: Menghasilkan Graduan TVET yang berkualiti [1]. Politeknik merupakan antara insituti TVET yang telah melahirkan graduan

yang memenuhi keperluan industri melalui pelaksanaan kurikulum yang komprehensif dan fasiliti yang lengkap bagi tujuan amali. Dalam konteks ini, penyediaan peralatan yang memenuhi keperluan praktikal menjadi satu keperluan dalam mendapat keluaran atau lulusan politeknik yang mempunyai kebolehpasaran yang tinggi dan efektif [2]. Oleh itu, proses pengajaran dan pembelajaran yang bersifat amali dianggap sebagai kunci utama dalam mencapai tujuan tersebut [3] dan [4].

Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah antara politeknik di Malaysia yang menawarkan program Diploma Kejuruteraan Mekanikal. Struktur utama kurikulum kejuruteraan mekanikal terdiri daripada kursus disiplin, umum, teras dan *specialized*. Mekanik Bendalir merupakan antara kursus disiplin yang wajib diambil oleh semua pelajar Diploma Kejuruteraan Mekanikal. Kursus ini terdiri daripada teori dan amali yang dijalankan di makmal. Walau bagaimanapun, tiada peralatan khusus yang disediakan bagi amali yang berkaitan tajuk kehilangan tenaga di dalam paip. Hal ini menyebabkan pelajar hanya mempelajari teori dan pengiraan sewaktu kuliah dan tidak dapat memahami sepenuhnya faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan tenaga di dalam paip. Justeru, pengkaji telah mengambil inisiatif membangunkan kit amali sebagai Bahan Bantu Mengajar bagi kursus Mekanik Bendalir yang memfokuskan kepada kehilangan tenaga di dalam paip disebabkan oleh faktor geseran. Pembangunan kit ini juga merupakan antara tindakan yang diambil bagi penambahbaikan kualiti berterusan (CQI) kursus Mekanik Bendalir dalam meningkatkan pemahaman pelajar.



Gambar 1. Kit Amali Geseran Dalam Paip

II. METODE PENELITIAN

Perkara yang perlu diambil kira dalam membangunkan kit amali ini adalah teori berkenaan jenis dan faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan tenaga. Berdasarkan kepada teori kehilangan tenaga dalam paip, faktor utama kehilangan tenaga adalah disebabkan pertukaran saiz diameter paip, jenis bahan, geseran, panjang paip, halaju aliran, jenis *fitting* paip dan sebagainya. Teori yang akan dibincangkan adalah faktor geseran dan persamaan yang digunakan dalam menganalisis nilai turus geseran, hf.

1. Faktor Geseran di Dalam Paip

Faktor geseran, f, ialah faktor tak berdimensi yang bergantung terutamanya pada halaju v , diameter D , ketumpatan ρ , dan kelikatan η . Ia juga merupakan fungsi kekasaran dinding yang bergantung kepada saiz ϵ , jarak ϵ' dan bentuk elemen kekasaran yang dicirikan oleh ϵ'' . ϵ dan ϵ' mempunyai dimensi panjang manakala ϵ'' tidak berdimensi. Oleh kerana faktor geseran adalah tidak berdimensi, kuantiti yang bergantung padanya harus muncul dalam bentuk tidak berdimensi. Dalam kes ini, istilah u , D , ρ dan η boleh disusun semula sebagai $uD\eta/\eta$ iaitu Nombor Reynolds, Re . Untuk faktor kekasaran ciri (ϵ dan ϵ'), ia boleh dibuat tanpa dimensi dengan

membahagikan istilah ini dengan D (istilah ϵ/D dipanggil *Relative Roughness*).[5]

2. Persamaan Darcy

Persamaan Darcy adalah persamaan teoretikal yang meramalkan kehilangan tenaga geseran dalam paip berdasarkan halaju bendalir dan rintangan akibat geseran. Ia digunakan hampir secara eksklusif untuk mengira kehilangan turus disebabkan geseran dalam aliran turbulen. Kehilangan tenaga disebabkan geseran atau turus geseran, h_f boleh dikira menggunakan hubungan matematik yang dikenali sebagai persamaan Darcy untuk kehilangan turus. Persamaan Darcy yang digunakan bagi menentukan kehilangan dalam sistem yang berkaitan dengan panjang paip. [6]

$$h_f = \frac{fLv^2}{2Dg}$$

di mana:

f = pekali geseran (tanpa unit)

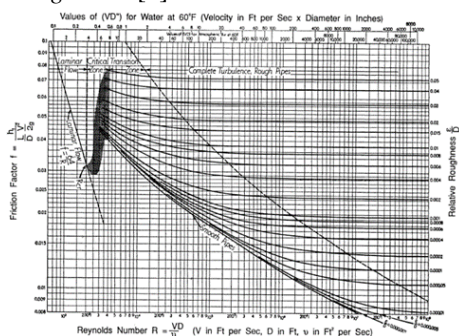
L = panjang paip (m)

D = diameter paip (m)

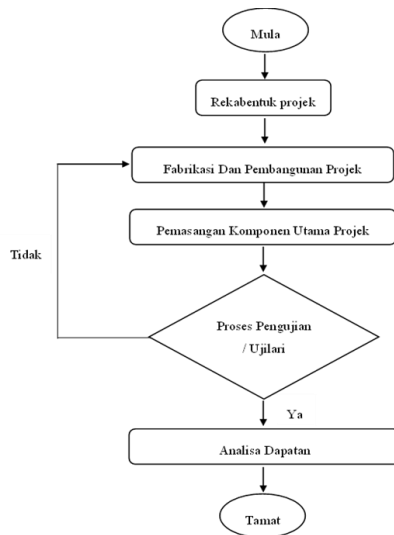
v = halaju bendalir (m/s)

g = pecutan graviti (m/s^2)

Faktor geseran Darcy, f , biasanya dipilih daripada carta yang dikenali sebagai gambaGambar Moody. GambaGambar Moody adalah graf lengkung yang menghubungkan faktor geseran, f , dengan nombor Reynolds, Re , dan ϵ/D , *Relative Roughness*. [7]



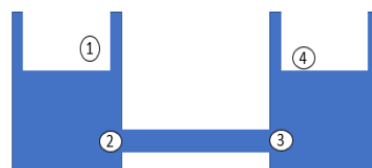
Gambar 2. Carta Moody.



Gambar 3. Carta Alir Pembangunan Kit Amali Geseran

Carta alir menunjukkan fasa pembangunan kit amali bagi menentukan nilai kehilangan tenaga disebabkan oleh faktor geseran di dalam paip. Proses Pembangunan kit amali ini dilaksanakan melalui beberapa fasa iaitu proses rekabentuk, pembangunan, pengujian dan analisa hasil dapatan.

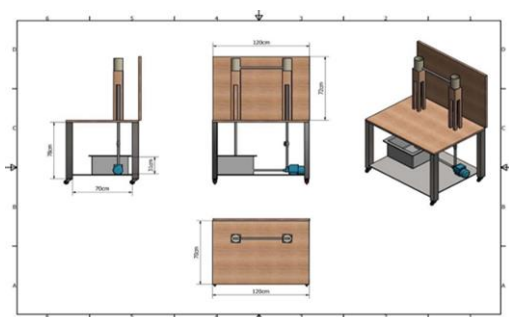
3. Proses Rekabentuk



Gambar 4. Pemilihan Rekabentuk

Fasa pertama pembangunan kit amali adalah dengan membuat lakaran awal rekabentuk projek. Beberapa lakaran dihasilkan bagi memilih rekabentuk yang sesuai. Gambar 4 menunjukkan rekabentuk akhir yang telah dipilih bagi menentukan kedudukan paip yang menghubungkan dua

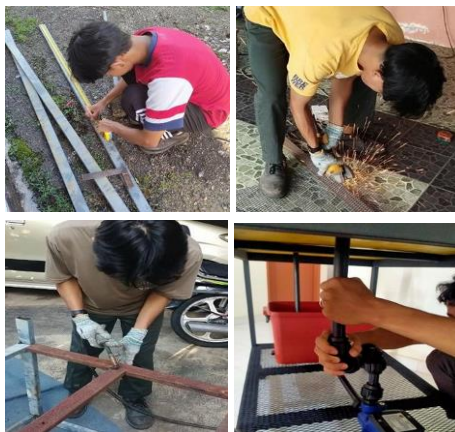
tangki. Peralatan ini menggunakan paip yang lurus dan mempunyai panjang dan diameter paip yang tetap. Paip jenis pvc digunakan untuk mebangunkan alat ini kerana paip tersebut menggunakan material yang tebal, keras, tahan kakisan, tidak dipengaruhi oleh kualiti air serta kos yang rendah. Tiub lutsinar juga digunakan untuk mencari nilai hf geseran dengan diameter 8mm.



Gambar 5. Lukisan Teknikal

Gambar 5 menunjukkan lukisan teknikal bagi peralatan amali yang dibangunkan. Fasa pertama pembangunan kit amali adalah dengan membuat lakaran awal rekabentuk projek. Beberapa lakaran dihasilkan bagi memilih rekabentuk yang sesuai. Seterusnya, pemilihan rekabentuk dan lukisan teknikal menggunakan perisian Autodesk Inventor.

4. Fasa Pembangunan Projek



Gambar 6. Proses Fabrikasi dan Pemasangan

Proses pembangunan peralatan amali terdiri daripada beberapa peringkat. Proses pertama adalah penandaan dan pengukuran mengikut dimensi yang telah ditetapkan. Seterusnya adalah proses fabrikasi tapak, penyambungan dan pemasangan komponen utama seperti pam, motor dan paip. Peringkat akhir adalah proses kemas dan pengujian hasil kit amali yang telah dibangunkan.

5. Proses Pengujian

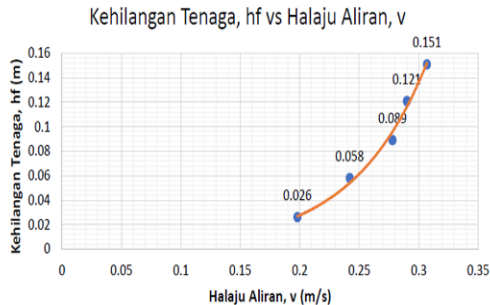
Analisa dibuat berdasarkan dapatan yang diperoleh daripada proses ujilari. Bacaan diambil sebanyak 5 kali dengan nilai isipadu bendalir yang berbeza bagi mendapatkan nilai hf serta mengkaji faktor yang mempengaruhi nilai hf. Seterusnya, masa diambil bagi aliran bendalir masuk ke dalam paip bagi setiap isipadu yang ditetapkan untuk mendapatkan nilai kadar alir isipadu, Q (m^3/s). Nilai halaju aliran, V (m/s) diperoleh dari persamaan $Q = AV$ (m^3/s) dan hf daripada persamaan Darcy.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jadual 1 menunjukkan nilai bacaan yang diperoleh daripada pengiraan yang dibuat setelah proses pengujian dilakukan.

Jadual 1. Dapatan Ujilari

Isipadu (m^3)	Masa (s)	Q sebenar (m^3/s)	Halaju aliran (m/s)	Kehilangan tenaga, hf (m)
1×10^{-3}	64.8	1.543×10^{-5}	0.307	0.151
2×10^{-3}	137.4	1.456×10^{-5}	0.290	0.121
3×10^{-3}	214.8	1.397×10^{-5}	0.278	0.089
4×10^{-3}	328.2	1.219×10^{-5}	0.242	0.058
5×10^{-3}	501.6	9.968×10^{-5}	0.198	0.026



Gambar 7. Graf Kehilangan Tenaga vs Halaju Aliran

Nilai bacaan yang diperoleh menunjukkan hubungan antara halaju aliran dengan kehilangan tenaga disebabkan oleh geseran. Graf menunjukkan halaju aliran berkadar langsung dengan kehilangan tenaga hf. Terdapat dua anggapan yang dikaji iaitu mengubah diameter paip tetapi panjang yang sama dan mengubah panjang tetapi diameter yang sama. Anggapan parameter ini dibuat bagi melihat perbandingan sama ada perubahan saiz paip dan panjang paip akan mempengaruhi nilai kehilangan tenaga disebabkan geseran. Secara teorinya pengkaji mengetahui bahawa semakin bertambah diameter paip semakin rendah halaju aliran dan apabila diameter paip berkurang, maka halaju aliran semakin meningkat. Dengan ini, apabila berlaku peningkatan halaju aliran, maka nilai kehilangan tenaga disebabkan geseran akan meningkat. Oleh itu kehilangan tenaga disebabkan geseran adalah berkadar terus dengan halaju aliran.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa yang dibuat, faktor utama yang mempengaruhi kehilangan tenaga oleh geseran dalam paip adalah diameter dan panjang paip serta halaju aliran bendalir. Kit amali yang dihasilkan ini hanya mempunyai sebatang paip berdiameter 8 mm yang menghubungkan dua tangki. Pengujian hanya dibuat berdasarkan isipadu yang berbeza bagi mendapatkan nilai halaju yang berlainan. Bagi

saiz diameter dan panjang paip, pengkaji hanya membuat pengiraan hf melalui persamaan Darcy dengan menggantikan nilai diameter dan panjang yang berbeza. Ini kerana pengkaji telah membuat anggapan parameter diameter dan panjang paip yang berbeza akan mempengaruhi nilai hf. Antara penambahbaikan yang dapat dibuat adalah menambah paip yang mempunyai diameter dan panjang paip yang berbeza serta menggunakan paip jenis bahan yang berbeza.

Kesimpulannya, kit amali yang dibangunkan ini diharapkan dapat membantu pelajar mempelajari teori berkenaan faktor yang mempengaruhi kehilangan tenaga disebabkan faktor geseran dan menganalisa parameter bagi mendapatkan nilai hf.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Blueprint, "Blueprint 2015-2025 (Higher Education)," *Minist. Educ. Malaysia, Putrajaya*, 2015.
- [2] M. S. Buang, M. Muhamad Tazi, and I. Burhan, "Pembangunan E-Belt Learning Equipment Bagi Penggunaan Pengajaran Dan Pembelajaran Jabatan Kejuruteraan Mekanikal Di Politeknik Banting Selangor," *e Proceeding 10th Natl. Conf. Educ. Tech. Vocat. Educ.*, 2020.
- [3] I. Burhan, A. A. Azman, and R. Othman, "Electro pneumatic trainer embedded with programmable integrated circuit (PIC) microcontroller and graphical user interface platform for aviation industries training purposes," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 152, no. 1, pp. 0–10, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/152/1/012065.
- [4] I. Burhan, A. A. Azman, S. Talib, and A. A. Aziz, "Multiple outputs programmable integrated circuits (mopics) microcontroller trainer for educational applications," *Proc. - AIMS 2015, 3rd Int. Conf. Artif. Intell. Model. Simul.*, pp. 219–223, 2016, doi: 10.1109/AIMS.2015.43.
- [5] S. J. (Stefanus J. Van Vuuren, M. Van Dijk, and South Africa. Water Research Commission., *Life cycle costing analyses for*

pipeline design and supporting software, no. August. 2006.

- [6] F. F. Fred and R. H. H, "Newly developed friction factor correlation for pipe flow and flow assurance," *J. Chem. Eng. Mater. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 83–86, 2011, [Online]. Available:

<http://www.academicjournals.org/jcems>

- [7] J. McGovern, "Technical Note: Friction Factor Diagrams for Pipe Flow," *Articles*, 2011, [Online]. Available: <http://arrow.dit.ie/engschmecart/28>