

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN "FLUID CIRCUIT SYSTEM EXPERIMENT" UNTUK MENGUKUR KERUGIAN ALIRAN FLUIDA MELALUI FITTING ELBOW DAN TEE PADA MATA KUIAH MEKANIKA FLUIDA

Adhi Yudha Pratama[✉], Winarno Dwi Raharjo, Suprpto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima April 2013

Disetujui Mei 2013

Dipublikasikan Juli 2014

Keywords:

Fitting elbow, gate valve, tee

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment* untuk mengukur kerugian minor yang terjadi pada *fitting elbow* dan *tee* dengan variasi penutupan *gate valve* sebagai pengatur debit, dan juga untuk mengetahui koefisien kerugian pada *fitting elbow* dan *tee*. Penelitian ini menggunakan pipa tembaga 1 inch dengan variasi penutupan *gate valve* dari 0-4 putaran tutupan. Kerugian minor dapat dilihat pada manometer. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan dengan pendekatan 4D. Validasi media pembelajaran dilakukan oleh 2 pakar ahli mekanika fluida. Pengumpulan data menggunakan metode kuesioner/angket dan dokumentasi. Analisis data untuk kuesioner/angket menggunakan *deskriptif persentase*. Pengukuran kerugian minor dilakukan sebanyak 3 kali kemudian diambil rata-rata, sehingga diperoleh data hasil penelitian. Hasil pengembangan media pembelajaran ini berupa penggantian *reservoir*, pemberian nomor pada masing-masing komponen media pembelajaran, penambahan manometer air raksa (Hg). Berdasarkan hasil validasi dari 2 pakar ahli mekanika fluida diperoleh nilai 87,72% sehingga media pembelajaran ini dikategorikan sangat layak digunakan. Komponen-komponen yang digunakan sudah memenuhi standar dan dalam penggunaan sudah berjalan baik. Hasil penelitian menunjukkan aliran fluida yang melewati *fitting elbow* dan *tee* mengalami kerugian minor yang dipengaruhi oleh *gate valve*, semakin bertambah penutupan *gate valve* semakin menurun kerugian minor yang terjadi. Dengan menggunakan persamaan kerugian minor, dapat diperoleh nilai koefisien kerugian pada *fitting elbow* 90° sebesar 0,99428 sedangkan pada *fitting tee* sebesar 1,22237.

Abstract

This study aims to develop instructional media Fluid Circuit System Experiment to measure the minor losses that occur in the elbow and tee fittings with variations closing gate valve as a regulator of discharge, and also to determine the loss coefficient at the elbow and tee fittings. Study using 1 inch copper pipe with variations of gate valve closing cover of 0-4 rounds. Minor losses can be seen on the manometer. The method used is the method of research and development with 4D approach. Validation is done by 2 instructional media experts fluid mechanics expert. Data collection using questionnaires / questionnaire and documentation. Analysis of the data for the questionnaire / questionnaire using deskriptif percentage. Measurements minor damages done 3 times and then an average is taken, in order to obtain research data. The results of the development of instructional media is either replacement of the reservoir, giving the number of each component of instructional media, the addition of water manometer mercury (Hg). Based on the results of two expert expert validation of fluid mechanics so that the values obtained 87.72% of instructional media is considered very fit for use. The components that are used to meet the standard and has been running well in use. The results showed that fluid flow past the elbow and tee fittings suffered minor losses are influenced by the gate valve, the gate valve closure ditambah diminishing minor losses that occur. By using equations minor losses, the loss coefficient can be obtained on fitting elbow 90° at 0.99428 while the tee fitting at 1.22237.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: adhuyudha@gmail.com

PENDAHULUAN

Mata kuliah Mekanika Fluida merupakan salah satu mata kuliah yang ada pada kurikulum Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Mekanika Fluida adalah mata kuliah yang mempelajari fluida. Fluida disini dapat berupa cairan atau gas. Mekanika Fluida dapat dibedakan menjadi Mekanika Fluida Statis dan Mekanika Fluida Dinamis. Mekanika Fluida Statis mempelajari fluida pada keadaan diam, sedangkan Mekanika Fluida Dinamis mempelajari fluida pada keadaan bergerak.

Dalam kehidupan sehari-hari, fluida cair selalu berhubungan dengan namanya pipa. Aliran fluida di dalam pipa mengalami kerugian-kerugian yang disebabkan oleh adanya gesekan dengan dinding pipa, perubahan luas penampang, sambungan, katup-katup, belokan pipa, percabangan pipa, dll. *Head losses* merupakan suatu fenomena rugi-rugi aliran di dalam sistem pemipaan. *Head losses* sangat merugikan dalam aliran fluida di dalam sistem pemipaan, karena *head losses* dapat menurunkan tingkat efisiensi aliran fluida. Helmizar (2010:59). Koefisien kerugian pada fitting pipa dipengaruhi oleh diameter sambungan. Selain perbedaan diameter, perubahan laju aliran juga memengaruhi nilai koefisien kerugian pipa cabang. Kadir (2009:1). Penelitian ini meneliti tentang kerugian aliran di sambungan dengan berbagai diameter. Untuk mengetahui kerugian aliran fluida dalam pipa, dapat dikaji dengan mempelajari tentang teori-teori kerugian aliran fluida dalam pipa. Diantaranya macam aliran fluida, sifat fluida, dll. Namun, jika hanya mempelajari teori-teori kerugian aliran fluida saja, tidak cukup untuk memahami kerugian aliran fluida dalam pipa. Selain memahami teori tentang kerugian aliran fluida dalam pipa, alangkah baiknya memahami kerugian aliran fluida dengan dibantu adanya media pembelajaran. Dengan menggunakan media pembelajaran, maka teori-teori kerugian aliran fluida dalam pipa dapat dieksperimenkan dengan

menggunakan media pembelajaran tersebut, supaya mahasiswa lebih paham dalam mempelajari kerugian aliran dalam pipa.

Media pembelajaran merupakan suatu alat bantu untuk menunjang pemahaman mahasiswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan pemenggalan kata, media yang berfungsi sebagai perantara atau saluran dalam suatu proses komunikasi antara komunikator dan komunikan. Pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat membawa informasi dan pengetahuan dalam interaksi yang berlangsung antara pendidik dengan peserta didik. Dengan demikian, menurut Asyhar (2012:8) media pembelajaran dapat dipahami sebagai, segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari suatu sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Mengingat dulu di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, media pembelajaran sudah pernah dibuat dengan sebutan "pengukur kerugian aliran fluida". Media pembelajaran ini digunakan untuk mensimulasikan pengukuran kerugian aliran dalam pipa, diantaranya fluida yang melewati *venturi*, *orifice fitting elbow 90°* dan *tee, gate valve* dan pipa lurus. Sebenarnya media pembelajaran ini sangat membantu pemahaman mahasiswa dalam mempelajari kerugian aliran fluida dalam pipa, namun media pembelajaran ini sudah rusak karena faktor usia ataupun faktor yang lainnya.

Media pembelajaran yang pernah ada, komponennya ada yang terbuat dari besi yang mempunyai sifat mudah berkarat. Hal ini menyebabkan media pembelajaran mudah rusak, selain itu juga mengganggu dalam pengukuran kerugian aliran fluida. Dalam pengukuran kerugian minor menggunakan persamaan yang dirumuskan Munson (2005: 49) sebagai berikut:

$$H_L = K_L \frac{v^2}{2g}$$

METODE PENELITIAN

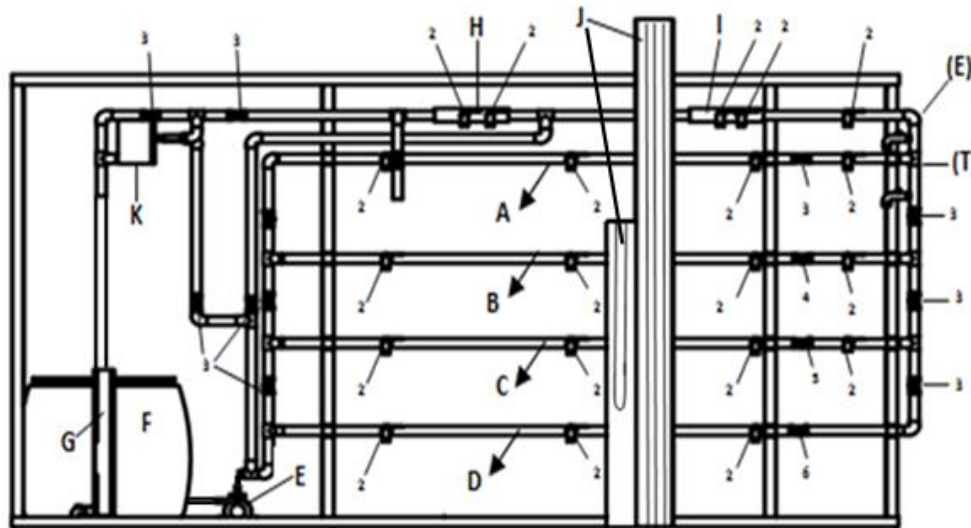
Pada penelitian ini menggunakan R&D (Research and Development). Menurut Sugiyono (2010: 407) secara sederhana R&D bisa didefinisikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Tahap penelitian dan pengembangan ini terdiri atas empat tahap, yang disebut model 4D (*define, design, develop, dan disseminate*).

Pengujian dan validasi media pembelajaran ini dilakukan oleh 2 pakar ahli mekanika fluida. Pengumpulan data menggunakan kuesioner atau angket dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan angket yang berupa pertanyaan, dengan sifat tertutup

ditujukan kepada pakar ahli mekanika fluida untuk divalidasi sesuai kriteria media pembelajaran sedangkan dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang (Sugiyono, 2011: 329). Teknik analisis data untuk kuesioner menggunakan *deskriptif persentase*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal peneliti membuat desain media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment*. Pada tahap ini peneliti juga menentukan bahan dan ukuran yang akan dipakai dalam pembuatan media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment*.



Gambar 1. Desain media pembelajaran pengukuran rugi aliran fluida cair.

Pada desain media pembelajaran pengukuran rugi aliran fluida cair seperti pada gambar 1, maka komponen-komponen yang

- A = Pipa tembaga diameter 1"
- B = Pipa tembaga diameter $\frac{3}{4}$ "
- C = Pipa tembaga diameter $\frac{1}{2}$ "
- D = Pipa tembaga diameter $\frac{3}{8}$ "
- E = Pompa
- F = Tabung *Reservoir*
- G = Gelas Penduga
- H = *Venturi* Meter

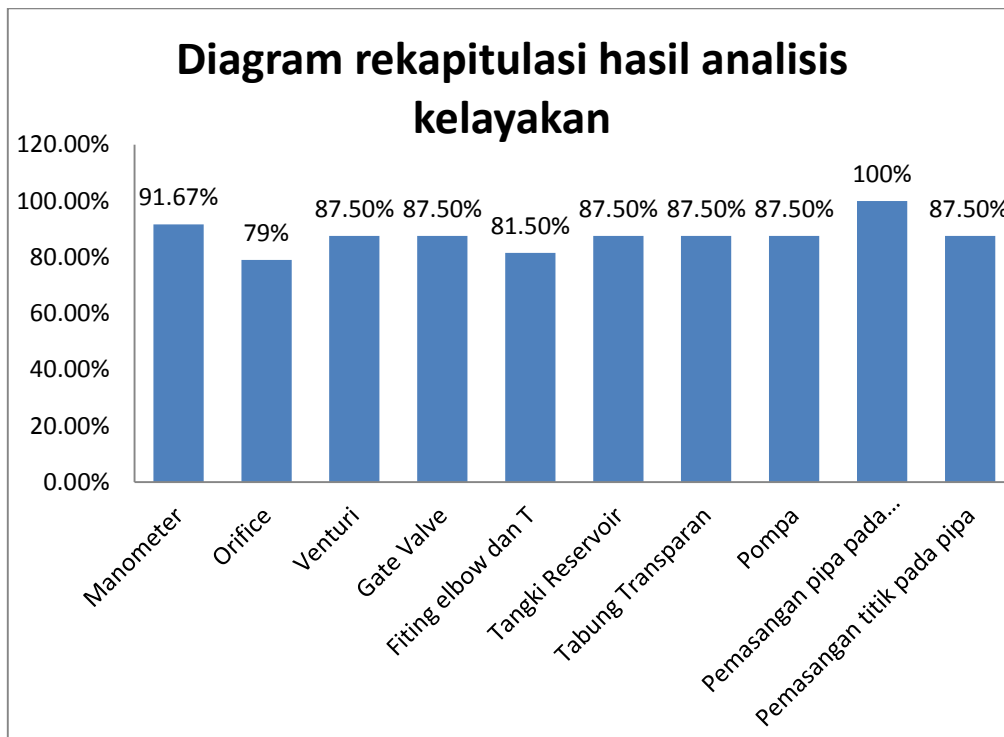
dibutuhkan untuk membuat media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment* sebagai berikut:

- I = *Orifice* Meter
- J = Manometer
- K = Tabung Transparan
- 2. Katub $\frac{1}{4}$ "
- 3. *Gate Valve* 1"
- 4. *Gate Valve* $\frac{3}{4}$ "

Dalam pembuatan media pembelajaran Fluid Circuit System Experiment membutuhkan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media pembelajaran ini sesuai dengan desain media yang telah dibuat. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media ini meliputi: plat besi siku sepanjang 19 meter yang nantinya digunakan untuk membuat rangka sebagai dudukan media pembelajaran Fluid Circuit System Experiment, plat alumunium 3 meter sebagai dudukan manometer, pompa, tangki reservoir, tabung transparan, selang bening 16 meter ukuran $\frac{1}{4}$ inch, pipa tembaga diameter 1 inch sepanjang 9 meter, $\frac{3}{4}$ inch sepanjang 1,5 meter, $\frac{1}{2}$ inch sepanjang 1,5 meter, $\frac{3}{8}$ inch sepanjang 1,5 meter, gate valve ukuran 1 inch sebanyak 12 buah, $\frac{3}{4}$ inch sebanyak 1 buah, $\frac{1}{2}$ inch sebanyak 1 buah, $\frac{3}{8}$ inch sebanyak 1 buah, kran $\frac{1}{4}$ inch sebanyak 20 buah, fitting elbow 10

buah, fitting tee 10 buah, pipa venturi dan pipa orifice. Langkah selanjutnya yaitu pembuatan rangka media pembelajaran, yaitu menggunakan plat besi siku sesuai dengan desain media pembelajaran. Penyambungan plat besi siku menggunakan las listrik. Rangka dari media pembelajaran sudah selesai dibuat, kemudian pipa-pipa tembaga dipotong sesuai dengan ukuran yang ada. Langkah selanjutnya adalah perakitan pipa-pipa tembaga yang sudah sesuai ukuran, dan komponen-komponen lainnya ke rangka media yang sudah dibuat. Langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan uji coba media pembelajaran ini untuk melihat ada kebocoran atau tidak.

Hasil validasi media pembelajaran Fluid Circuit System Experiment oleh pakar ahli mekanika fluida sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram rekapitulasi hasil analisis kelayakan.

Penelitian pengukuran kerugian minor dilakukan sebanyak 3 kali percobaan (semakin banyak percobaan yang dilakukan maka hasilnya akan semakin valid).

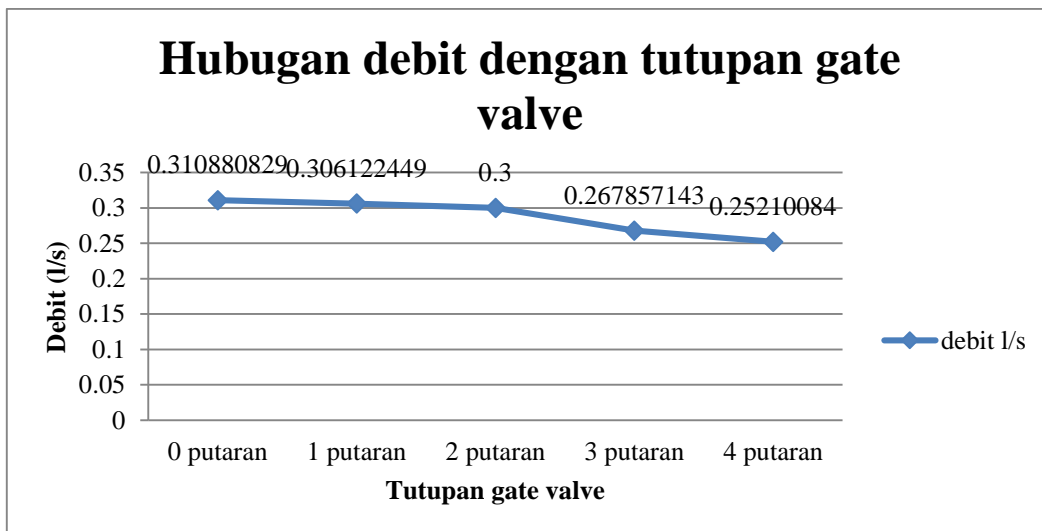
Tabel 1. Rata-rata kerugian minor yang terjadi pada *fitting elbow* 90°.

gate valve	Hm			Σ Hm
	1	2	3	
0 put.	2	1,9	2,1	2
1 put.	1,9	1,9	1,9	1,9
2 put	1,8	1,8	1,8	1,8
3 put	1,6	1,7	1,8	1,7
4 put	0,9	1	0,9	0,93333

Tabel 2. Rata-rata kerugian minor yang terjadi pada *fitting tee*.

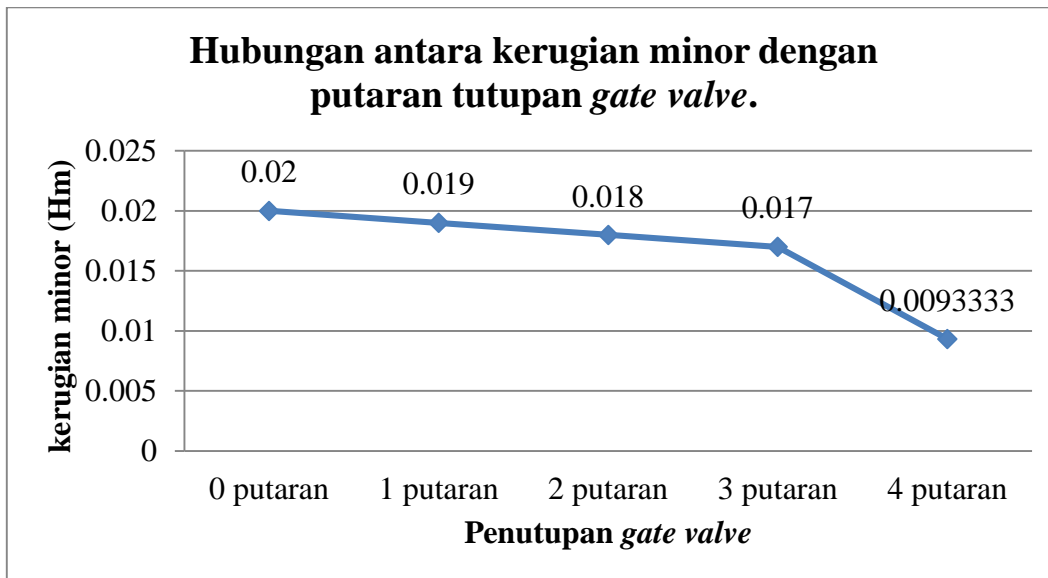
gate valve	Hm			Σ Hm
	1	2	3	
0 put.	2,3	2,2	2,3	2,26667
1 put.	2,3	2,1	2,2	2,2
2 put	2,2	2,1	2,2	2,16667
3 put	1,7	1,9	1,8	1,8
4 put	1,6	1,6	1,7	1,63333

Penelitian dilakukan sebanyak 3 kali putaran, 2 putaran, 3 putaran dan 4 putaran. pengamatan dalam setiap variasi debit. Variasi Debit dalam setiap putaran *gate valve* dapat dilihat debit diatur dengan cara memutar *gate valve* pada gambar di bawah ini: dengan 5 variasi putaran, yaitu 0 putaran, 1



Gambar 3. Grafik hubungan debit dengan tutupan *gate valve*.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa debit semakin menurun ketika penambahan putaran tutupan *gate valve*. Hal ini disebabkan oleh celah katup pada *gate valve* semakin menyempit dan waktu yang dibutuhkan aliran semakin lama.



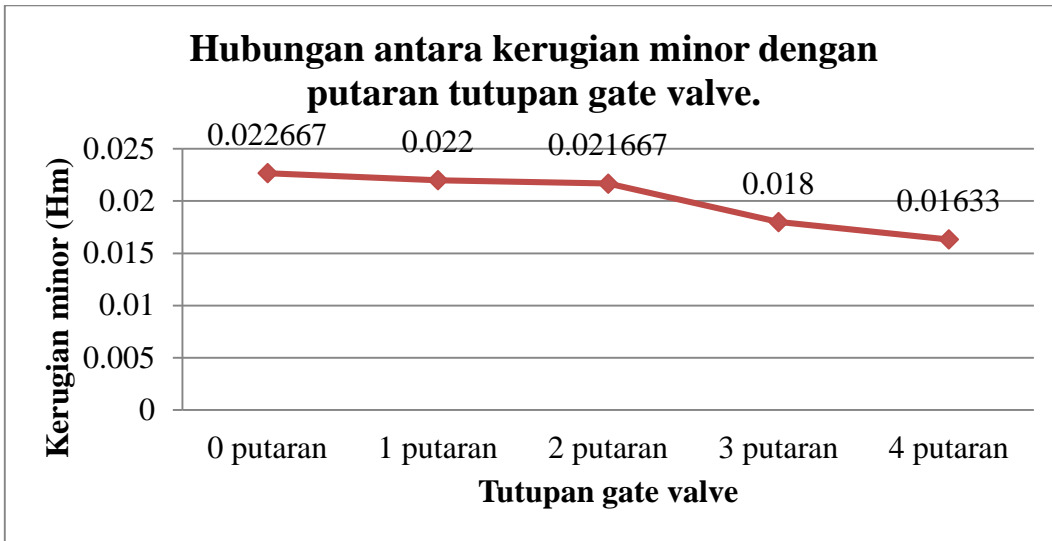
Gambar 4. Grafik hubungan penutupan *gate valve* dengan kerugian minor pada *fitting elbow 90°*

Dari gambar 4 di atas dapat disimpulkan bahwa kerugian minor berbanding terbalik dengan putaran penutupan *gate valve*, yaitu kerugian minor semakin menurun ketika semakin banyak putaran penutupan *gate valve*. Ketinggian air sebelum melewati *fitting elbow 90°* yang terbaca pada manometer lebih tinggi dari pada ketinggian air sesudah melewati *fitting elbow 90°*.

Pada putaran 0, kerugian minor yang terjadi sebesar 0,02 m, 1 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,019 m, 2 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,018 m, 3 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,017 m, 4 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,00933 m. Dari uraian di atas dapat disimpulkan, kerugian minor yang terjadi pada *fitting elbow 90°* pada setiap variasi putaran tutupan *gate valve* mengalami penurunan

yang konstan, namun pada 4 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor mengalami penurunan yang signifikan, yaitu dari putaran ke 3 kerugian minor sebesar 0,017 m ke putaran ke 4 sebesar 0,00933 m. Hal ini disebabkan karena ketika 4 tutupan putaran *gate valve*, penampang semakin menyempit air yang mengalir sedikit dan kecepatan semakin menurun. Seiring menurunnya debit, aliran yang melalui *fitting* tidak sepenuhnya memenuhi diameter *fitting* tersebut, sehingga bilangan *reynold* mengalami penurunan yang menyebabkan menurunnya harga kerugian minor.

Kerugian minor pada *fitting tee* dari 3 kali uji coba pengamatan diambil rata-rata (tabel 2), kemudian dihitung menghasilkan grafik seperti di bawah ini:

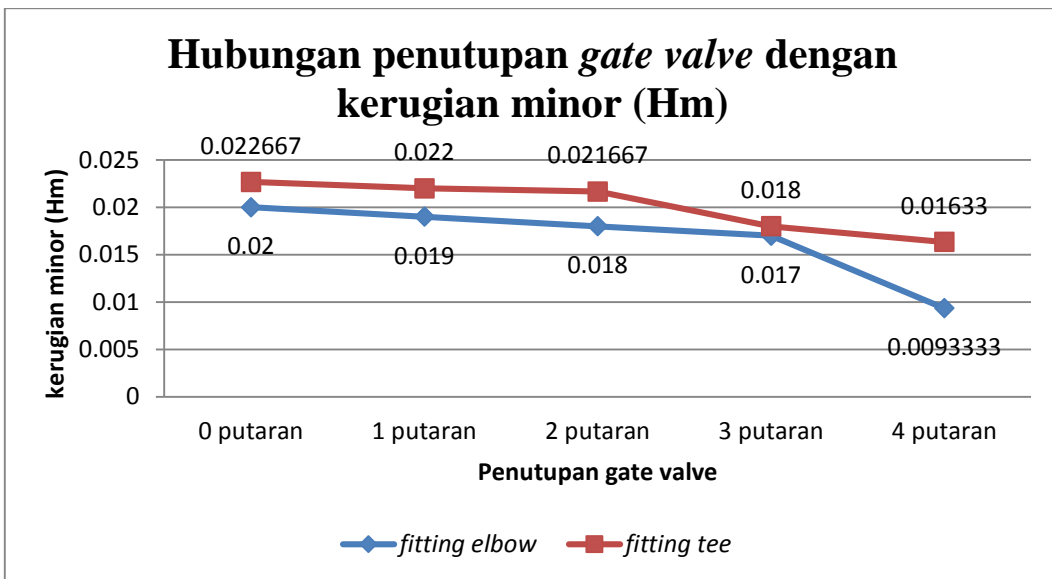


Gambar 5. Grafik hubungan penutupan *gate valve* dengan kerugian minor pada *fitting tee*.

Dari gambar di atas, dapat dilihat kerugian minor yang terjadi sama dengan *fitting elbow 90°* yaitu kerugian minor semakin menurun ketika bertambahnya putaran tutupan *gate valve*. Pada 0 putaran tutupan *gate valve*, kerugian minor yang terjadi sebesar 0,022667 m, 1 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,022 m, 2 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,021667 m, 3 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,018 m, 4 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor sebesar 0,01633 m. Hal ini

disebabkan karena menurunnya debit aliran, kecepatan aliran dan juga turbulensi aliran fluida yang melalui *fitting tee*, sehingga harga kerugian minor mengalami penurunan.

Dari grafik pada gambar 4 dan gambar 5 merupakan grafik yang menunjukkan kerugian minor yang terjadi pada *fitting elbow 90°* dan *tee*. Keduanya mengalami kerugian minor yang berbeda. Perbedaan kerugian minor antara *fitting elbow 90°* dan *tee* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

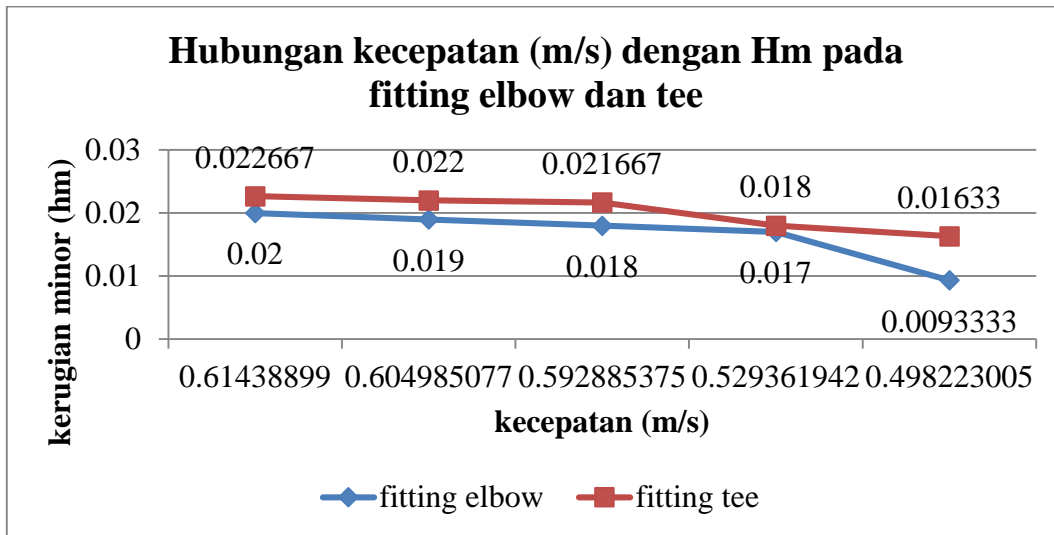


Gambar 6. Grafik hubungan kerugian minor pada *fitting elbow 90°* dan *tee* dengan tutupan *gate valve*.

Pada 0 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor yang terjadi pada *fitting tee* sebesar 0,022667 m, sedangkan pada *fitting elbow 90°* sebesar 0,02 m. Pada 1 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor yang terjadi sebesar 0,022 m, sedangkan pada *fitting elbow 90°* sebesar 0,019 m. Pada 2 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor yang terjadi sebesar 0,021667 m, sedangkan pada *fitting elbow 90°* sebesar 0,018 m. Pada 3 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor yang terjadi sebesar 0,018 m, sedangkan pada *fitting elbow 90°* sebesar 0,017 m. Pada 4 putaran tutupan *gate valve* kerugian minor yang terjadi sebesar 0,01633 m, sedangkan pada *fitting elbow 90°* sebesar

0,0093333 m. Dari gambar 20 di atas dapat diperoleh kesimpulan bahwa kerugian minor yang terjadi pada *fitting tee* lebih besar dari pada *fitting elbow 90°*. Hal ini disebabkan karena fluida yang melalui *fitting tee* dipaksa berubah arah aliran secara tegak lurus 90°, hal ini menyebabkan turbulensi semakin besar sehingga kerugian minor yang terjadi juga semakin besar, sedangkan pada *fitting elbow* aliran dibelokan 90° melalui lengkungan.

Dari kerugian yang terjadi pada *fitting elbow* dan *tee* mempunyai hubungan dengan kecepatan aliran sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik hubungan kerugian minor pada *fitting elbow 90°* dan *tee* dengan kecepatan

Dari perhitungan debit nyata yaitu dengan dengan cara membuang air di dalam tangki *reservoir* sebanyak 60 liter kemudian menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air sebanyak 60 liter dengan variasi putaran tutupan *gate valve* 0 putaran, 1 putaran, 3 putaran dan 4 putaran. Perhitungan menggunakan rumus $Q = AV$, dimana Q adalah debit nyata yang sudah dicari, A luas penampang dan V adalah kecepatan. Dari gambar 21 dapat dilihat ketika kecepatan mengalami penurunan maka kerugian minor juga mengalami kerugian, hal ini dipengaruhi oleh debit, ketika debit menurun maka kecepatan aliran juga mengalami

penurunan. Kerugian minor terbesar terjadi pada kecepatan yang terbesar pula, baik pada *fitting elbow 90°* dan *tee*. dari sini dapat disimpulkan bahwa kecepatan dan kerugian minor berbanding lurus. Semakin besar kecepatan semakin besar pula kerugian minor yang terjadi, begitupun juga sebaliknya, semakin kecil kecepatan semakin kecil juga kerugian minor yang terjadi.

SIMPULAN

Hasil akhir dari kegiatan penelitian dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment* Untuk Mengukur Kerugian Aliran Fluida Melalui *Fitting Elbow* dan *Tee* Pada Mata Kuliah Mekanika Fluida” adalah media Pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment*.

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

Tahap-tahap dalam pengembangan media pembelajaran dan langkah-langkah melakukan simulasi pengukuran kerugian aliran fluida perlu diperhatikan sebelum mengembangkan dan mensimulasikan pengukuran menggunakan media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment*.

Besar kerugian aliran fluida yang melewati *fitting elbow* 90° dan *tee* berdasarkan variasi debit dengan menggunakan media pembelajaran “*Fluid Circuit System Experiment*” adalah sebagai berikut, semakin besar nilai debit, nilai kecepatan aliran dan bilangan *reynold*, maka semakin meningkat pula kerugian minor yang terjadi, baik pada *fitting elbow* 90° maupun pada *fitting tee*.

Besar nilai koefisien kerugian pada *fitting elbow* 90° dan *tee*. Pada *fitting elbow* 90°, hasil analisis koefisien kerugian minor rata-rata (K_L) menunjukkan nilai sebesar 0,99428, sedangkan pada *fitting tee* hasil analisis koefisien kerugian minor rata-rata (K_L) sebesar 1,22237.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilaksanakan, maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

Untuk penelitian berikutnya, sebaiknya ditambah manometer H₂O agar lebih menghemat waktu dalam melakukan simulasi pengukuran kerugian aliran fluida yang ditempatkan terpisah dari media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment*, selain itu dapat dilakukan simulasi

pengukuran kerugian aliran fluida melalui *fitting tee* yang bercabang menjadi 2 arah.

Dalam penggunaan media pembelajaran *Fluid Circuit System Experiment* ini harus sesuai dengan *jobsheet* yang ada.

Untuk peneliti berikutnya, sebaiknya *Fluid Circuit System Experiment* digunakan sebagai media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyhar, Rayandra. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta : Referensi Jakarta.
- Helmizar. 2010. Studi Eksperimental Pengukuran Head Losses Mayor (Pipa PVC Diameter ¾”) dan Head Losses Minor (Belokan Knee 90° Diameter ¾”) pada Sistem Instalasi Pipa. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Volume 1. No. 2: 59-64.
- Kadir. 2009. Pengaruh Variasi Sudut Terhadap Koefisien Kerugian Pada Penggabungan Pipa Cabang. Volume 1. No. 1: 1-8.
- Munson, Bruce R., D. F. Young, dan T. H. Okiisihi. 2005. *Mekanika Fluida Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Raswari. 2010. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Soetedjo, I. 1982. *Fluid Flow*. Bandung : Angkasa.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung : Alfabeta.